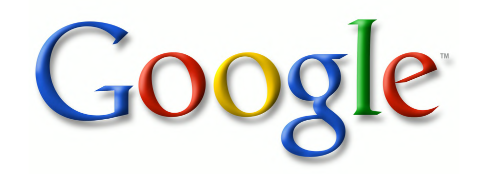
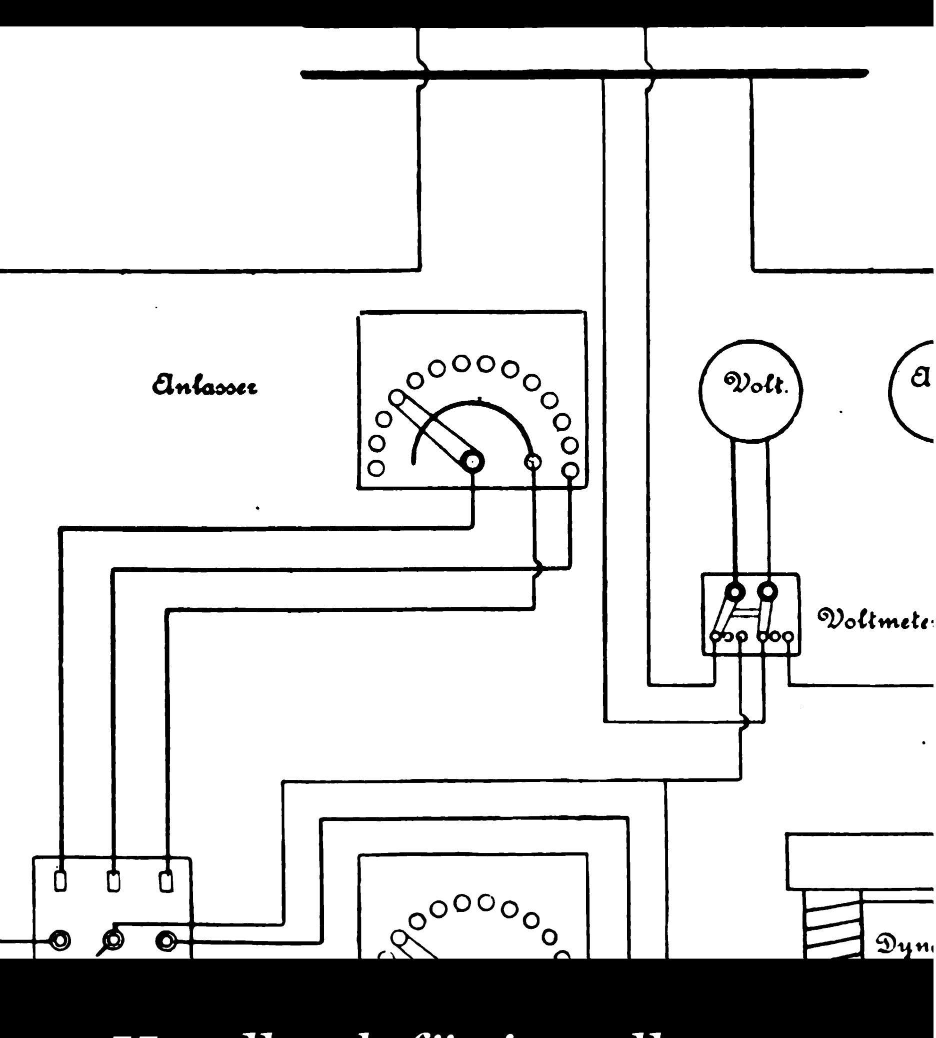
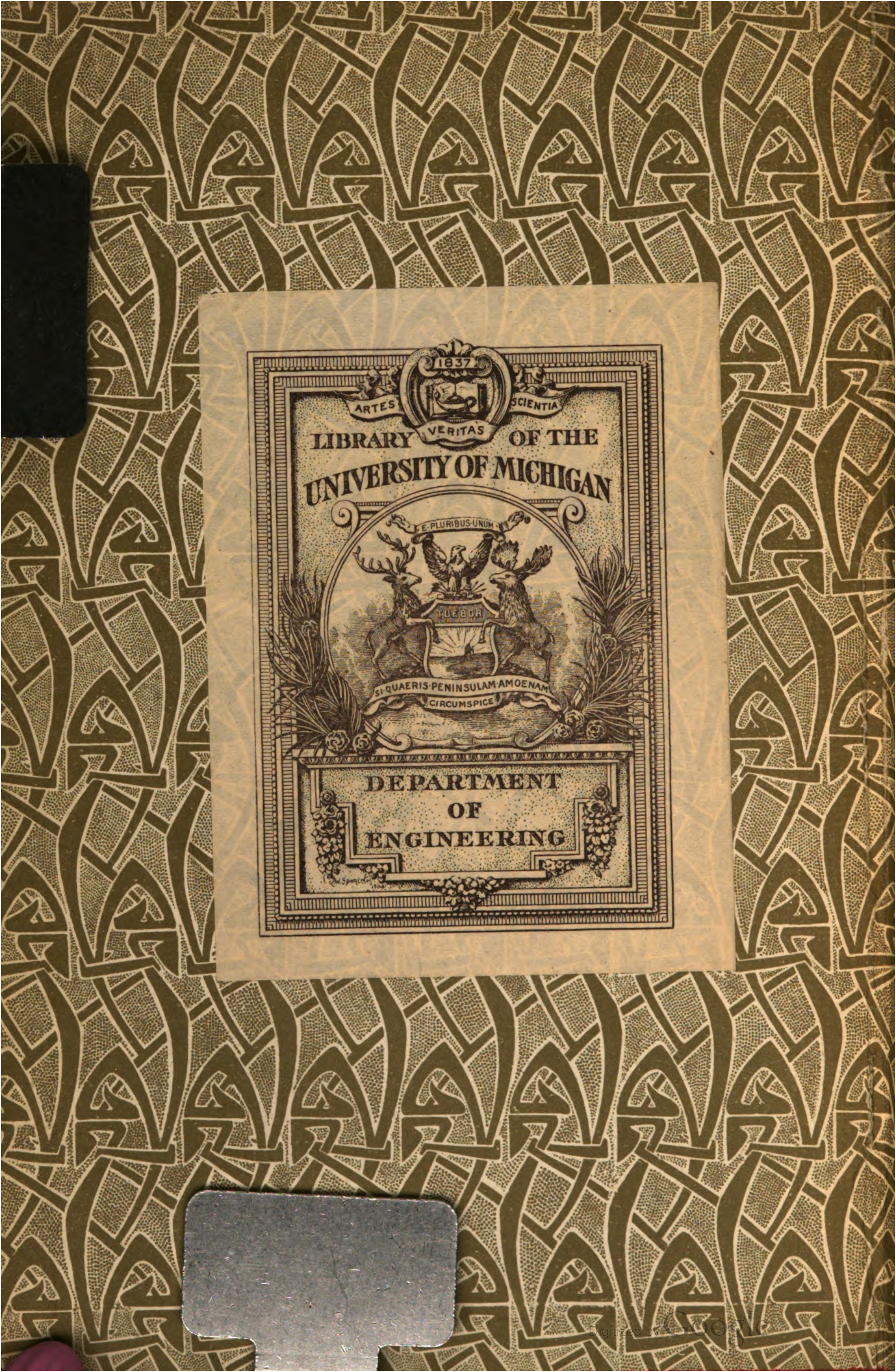
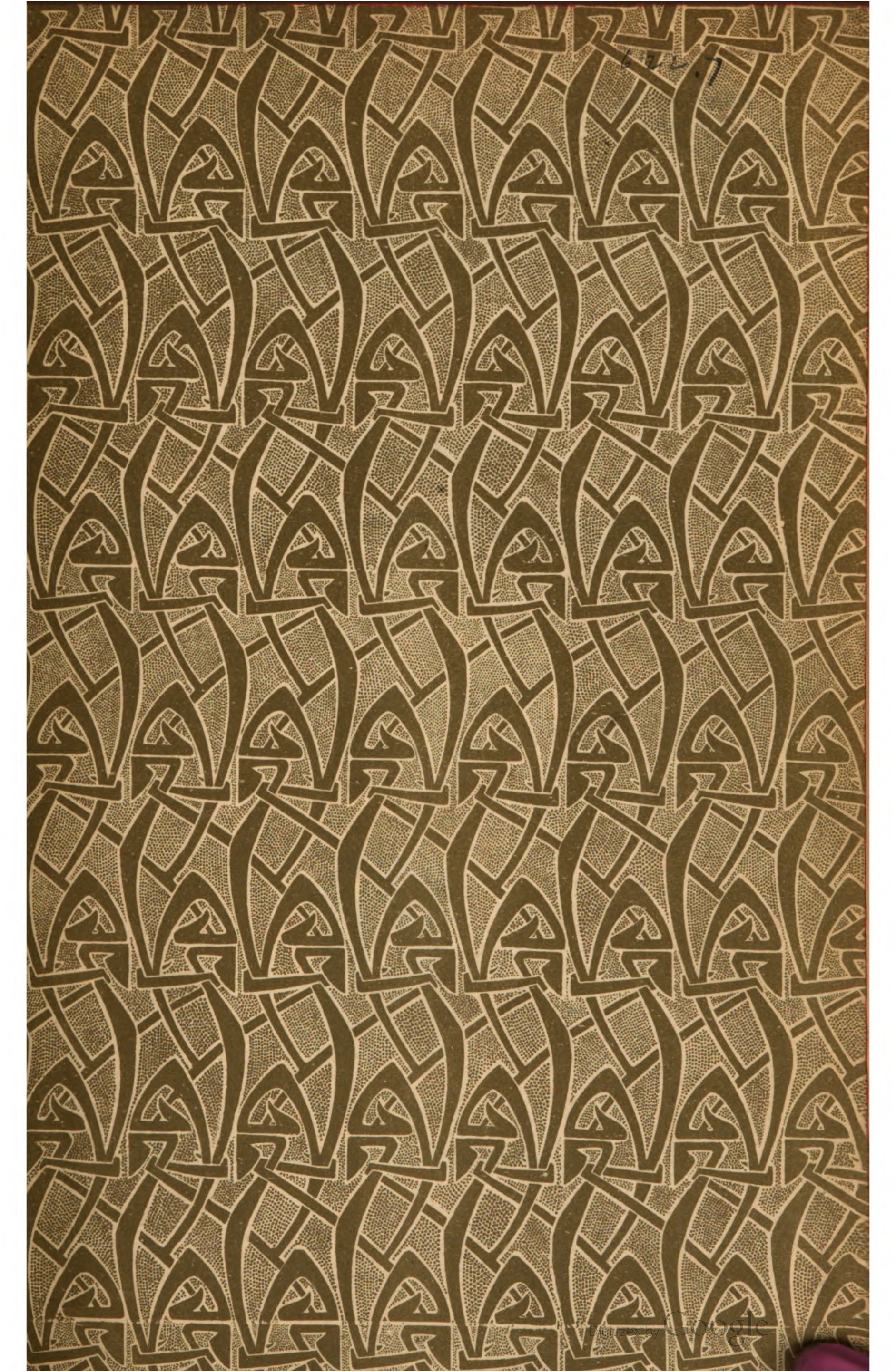




Handbuch für installateure elektrischer ...

Max Jehnke


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



Handbuch

für

Installateure elektrischer Starkstromanlagen

Von

Max Jehnke

Elektrotechniker



Berlin 1903

Louis Marcus Verlagsbuchhandlung.

Druck von Pass & Garleb, Berlin W.

Vorwort.

Das „Handbuch für Installateure elektrischer Starkstromanlagen“ ist aus der Praxis entstanden und für die Praxis bestimmt.

Der Verfasser, der seit langem auf dem Gebiete elektrischer Starkstromanlagen thätig ist, empfand es schon immer als ein dringendes Bedürfnis, ein wirklich praktisches und gediegenes Handbuch zu besitzen, welches sowohl die Installation, Acquisition als auch die Kalkulation von elektrischen Anlagen erleichtern sollte. Es war daher mein Bestreben, ein möglichst vielseitiges, dabei aber doch handliches Werk zu schaffen, das vermöge seines Inhalts und seiner Handlichkeit zu einem ständigen Begleiter und Ratgeber für jeden werden sollte, der mit der Projektierung und Kalkulation elektrischer Starkstrom-Anlagen zu thun hat.

Den gebotenen Stoff habe ich demgemäss in drei Abschnitte eingeteilt, von denen

der erste als technisches Hilfsbuch die für die Installation erforderlichen Formeln, Tabellen, Gesetze etc. behandelt;

der zweite als Kalkulationsbuch die Preise der gebräuchlichsten Materialien für Starkstrom-Installationen enthält und

der dritte Teil die verschiedensten Schaltungsarten von Dynamos, Motoren, Bogenlampen, Schaltern, Akkumulatoren etc. behandelt.

Ausserdem enthält das Werk in einem Anhang die genauen Vorschriften des „Verbandes Deutscher Elektrotechniker“ in geordneter Folge und ist im 2. Abschnitt des Buches bei jedem einzelnen Material auf die dabei in Frage kommenden Vorschriften hingewiesen.

Um auch die Acquisition neben der Kalkulation wesentlich zu erleichtern, habe ich bei jedem Material den gebräuchlichen Durchschnittspreis angegeben und den Acquisiteuren und selbstständigen Installateuren in einer offenen Spalte ferner ermöglicht, die von ihnen gewählten Preise selbst einzusetzen, um sofort gleich an Ort und Stelle der projektierten Anlage in der Lage zu sein, neben dem Materialaufwand auch den Kostenaufwand schon mit möglichster Genauigkeit festzustellen.

Nachdem ich so kurz den Inhalt und Zweck des Buches dargelegt habe, möchte ich nicht verfehlen, den Firmen und den Herren Fachkollegen, die mir in liebenswürdigster Weise mit ihrem Rat zur Hand gegangen sind, meinen wärmsten Dank auszudrücken und die Bitte hinzufügen, etwaige Mängel oder Irrtümer entschuldigen und Wünsche oder Ratschläge über Aenderungen gütigst an mich gelangen lassen zu wollen, damit es bei einer zweiten Auflage Berücksichtigung finde.

Berlin S. 14, September 1902.

Max Jehnke.

Inhalts-Verzeichnis.

I. Teil.

Technisches Hilfsbuch.

II. Teil.

Kalkulations-Buch.

III. Teil.

Schaltungs-Buch.

Sachregister.

A

B

C

D

R

S

T

U

V

W

Teil I.

Elektrotechnisches Hilfsbuch.

Elektrotechnische Masseinheiten.

Volt: Die Einheit der Spannung, d. h. des Druckes, unter welchem der elektrische Strom den Leiter durchfliesst, heisst das Volt (V).

$^1/_{1000}$ Volt = 1 Millivolt.

Ampère: Das Mass für die Stromstärke ist das Ampère (Amp.).

1 Ampère ist die Stromstärke desjenigen Stromes, welcher mit der Spannung 1 Volt einen Leiter vom Widerstande 1 Ohm durchfliesst.

1 Ampèrestunde = 3600 Coulomb.

Ohm: Die Einheit des Widerstandes, welchen ein Leiter dem Durchgang des Stromes entgegensetzt, heisst das Ohm (Ω).

1 Ohm ist gleich dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1,063 m Höhe und einem (1) qmm Querschnitt bei 0 Grad Celsius.

1,000 000 Ohm = 1 Megohm.

Watt: Die Leistung (Energie) eines elektrischen Stromes von 1 Amp. bei 1 Volt Spannung heisst das Volt-Ampère oder Watt.

1 Watt = 1 Volt × 1 Ampère.

736 Watt = 1 Pferdestärke (PS. oder HP.).

100 Watt = 1 Hektowatt.

1000 Watt = 1 Kilowatt.

1 Kilowatt = 1,36 Pferdestärke (PS.).

Wattstunde: 1 Wattstunde ist diejenige Arbeit, welche von dem Strom 1 Amp. bei 1 Volt Spannung in 1 Stunde geleistet wird.

1 Kilowattstunde = 1000 Wattstunden.

1 Wattstunde = 3600 Joule.

736 Wattstunden = 1 Pferdekraftstunde.

Coulomb: Die Elektrizitätsmenge, welche von der Stromstärke 1 Amp. in einer Sekunde befördert wird, heisst 1 Coulomb.

Kapazität: Die Kapazität einer Akkumulatoren-Batterie ist diejenige Elektrizitätsmenge, welche die geladene Batterie bei der Entladung abgiebt. Die Kapazität wird gemessen nach Ampèrestunden.

1 Ampèrestunde = 3600 Coulomb.

Siemens-Einheiten: Die Siemens-Einheiten (S.-E.) werden dargestellt durch den Widerstand eines Quecksilberfadens von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt.

1 Ohm = 1,063 Siemens-Einheiten.

1 Siemens-Einheit = 0,9407 Ohm.

Kalorie: 1 Kilogrammkalorie ist diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser von 0 Grad auf 1 Grad Celsius zu erwärmen.

Kilogrammeter: Ist diejenige Arbeit, welche geleistet wird, wenn 1 kg in einer Sekunde um 1 m gehoben wird.

75 kgm = 1 effektive Pferdestärke (PS.)

76 kgm englisch = 1 horse power (HP.)

1 Watt = den 736. Teil einer Pferdestärke.

Atmosphäre: (Druckeinheit) d. i. der Druck, den die trockene Luft bei dem Barometerstande von 760 mm ausübt. Dieser Druck ist gleich dem Gewicht einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe = 1,033 kg auf 1 qcm.

Ampèrestunde: Wird von einer Stromquelle 1 Amp. 1 Stunde hindurch abgegeben, so leistet dieselbe 1 Ampèrestunde.

1 Ampère	durch	10 Std.	=	10 Ampèrestd.
10 „	„	1 „	=	10 „
2 „	„	5 „	=	10 „
5 „	„	2 „	=	10 „

Hefnerkerze: 1 Hefnerkerze ist gleich 0,83 deutsche Normalkerze.

Pferdestärke:

1 Pferdestärke	=	75	mkg	per Sekunde.
1 „	=	4 500	„	„ Minute.
1 „	=	270 000	„	„ Stunde.
1 „	=	736	Watt.	

Lux oder Meterkerze: Lux oder Meterkerze ist diejenige Beleuchtung, die von einer Lichtquelle, deren Intensität gleich einer Hefnerkerze ist, auf einer senkrecht zu den Lichtstrahlen stehenden Fläche in 1 m Entfernung erzeugt wird.

Definitionen.

Dynamo: Dynamo ist jede rotierende Maschine zur Umwandlung von elektrischer in elektrische — elektrischer in mechanische — oder mechanischer in elektrische Leistung.

Generator: Generator ist jede rotierende Maschine, die mechanische in elektrische Leistung verwandelt.

Motor: Motor ist jede rotierende Maschine, die elektrische in mechanische Leistung verwandelt.

Motorgenerator: Motorgenerator ist eine Doppelmaschine, bestehend in der direkten mechanischen Kuppelung eines Motors mit einem Generator.

Umformer: Umformer ist eine Maschine, bei welcher

die Umformung des Stromes in einen gemeinsamen Anker stattfindet.

Anker: Anker ist bei Dynamos derjenige Teil, in welchem durch die Einwirkungen eines magnetischen Feldes elektromotorische Kräfte erzeugt werden.

Transformator: Transformator ist ein Apparat für Wechselströme ohne bewegte Teile zur Umwandlung elektrischer in elektrische Leistung.

Spannung: Unter Spannung bei Drehstrom ist die verkettete effektive Spannung (Spannung zwischen je zwei der Hauptleitungen) zu verstehen.

Frequenz: Unter Frequenz ist die Anzahl der vollen Perioden in der Sekunde zu verstehen.

Erdung: Einen Gegenstand im Sinne der Verbandsvorschriften erden, heisst, ihn mit der Erde derart leitend verbinden, dass er eine, für unisoliert stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann.

Feuersichere Gegenstände: Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt.

Freileitungen: Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen ausserhalb von Gebäuden, die weder metallische Umhüllung, noch Schutzverkleidung haben. Schutznetze und Schutzdrähte gelten nicht als Verkleidung.

Elektrische Betriebsräume: Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zur Erzeugung, Umformung oder Verteilung elektrischer Ströme dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind.

Betriebsstätten: Im Gegensatz zu den elektrischen Betriebsräumen werden als Betriebsstätten alle die-

jenigen Räume bezeichnet, in welchen andere als elektrische Betriebsarbeiten normaler Weise vorgenommen werden.

Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume: Als feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume gelten Räume, in welchen leicht entzündliche Gegenstände erzeugt oder angehäuft werden.

Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume: Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosible Stoffe aufgespeichert werden, oder in denen sich betriebsmässig explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern bilden oder anhäufen können.

Das Ohm'sche Gesetz.

Widerstand: Der Widerstand berechnet sich aus Spannung dividiert durch die Stromstärke.

Formel:
$$w = \frac{e}{i}$$

Beispiel: $\frac{\text{110 Volt Spannung}}{\text{10 Amp. Stromstärke}} = 11\ \Omega$ Widerstand.

Stromstärke: Die Stromstärke berechnet sich aus Spannung dividiert durch den Widerstand.

Formel:
$$i = \frac{e}{w}$$

Beispiel: $\frac{\text{110 Volt Spannung}}{\text{11 Ohm Widerstand}} =$ 10 Amp. Stromstärke.

Spannung: Die Spannung berechnet sich aus Stromstärke mal Widerstand.

Formel:
$$e = i \times w$$

Beispiel: 10 Amp. Stromstärke $\times$ 11 Ohm Widerstand = 110 Volt Spannung.

Ta

über die Kosten der gebräuchlichsten

Lichtquelle	Lichtstärke in der Praxis HK.	Gemessen für	Stündlicher Verbrauch in Liter	Total aufgewendete Wärmemenge Kalorien	Pro Kerze aufgewendete Wärmemenge Kalorien
Leuchtgas (Schnittbrenner)	30	horizontale Lichtstärke	399 Leuchtgas	1995,0	66,5
Leuchtgas (Rundbrenner)	20	do.	200 „	1000,0	50,0
Leuchtgas (Regenerativbrenner)	111	mittlere hemisphärische Lichtstärke	408 „	2042,0	18,4
Leuchtgas (Glühlicht)	50	horizontale Lichtstärke	100 „	500 0	10,0
Spiritusglühlicht	30	do.	0,057 Spiritus	318,0	10,6
Petroleum (14 liniger Normalbrenner)	30	do.	0,1077 Petroleum	960,0	32,0
Petroleum (Glühlicht)	40	do.	0,05 „	550,0	13,75
Acetylen	60	do.	36 Acetylen	534,0	8,9
Elektr. Glühlicht	16	mittlere räumliche Lichtstärke	48 Watt	41,4	2,59
Elektr. Bogenlicht	460	mittlere hemisphärische Lichtstärke	330 „	284,0	0,617
Triplex-Bogenlicht	420	do.	220 „	189,3	0,45

belle

Lichtquellen nach Prof. Dr. W. Wedding.

Kosten für 100 Kerzenstunden	Kosten für die Brennstunde	Mittlere hemisphärische Lichtstärke, Kosten für 100 Kerzenstunden und pro Kerze aufgewendete Wärmemenge nach 300stündiger Brennzeit.						
		unarmierte Lampen			armierte Lampen			
Pf.	Pf.	HK.	Pf.	Kalorien	Armierung	HK.	Pf.	Kalorien
21,3	6,4	20	32,0	100,0	—	—	—	—
16,0	3,2	13	24,6	77,0	Milchglasschirm	18	17,8	55,5
5,86	6,5	111	5,86	18,4	„	111	5,86	90,0
3,20	1,6	29	5,56	17,2	„	40	4,0	12,5
6,67	2,0	15	7,34	21,2	„	21	9,53	15,2
7,33	2,2	20	11,0	48,0	„	28	7,86	34,3
2,50	1,0	20	5,0	27,50	„	28	3,57	19,6
9,0	5,4	40	13,5	13,38	„	56	9,64	9,6
18,10	2,9	14	20,7	2,95	„	20	14,5	2,1
4,30	19,8	460	4,3	0,617	Alabasterkugel	390	5,08	0,73
3,14	13,2	420	3,14	0,45	„	360	3,67	0,53

Tabelle
über die zulässige Strombelastung der Leitungen.

Querschnitt qmm	Durchmesser mm	Stromstärke Ampère
0,75	1,0 M.*	4
1,00	1,1	6
1,5	1,4	10
2,5	1,8	15
4,0	2,3	20
6,0	2,8	30
10	3,6	40
16	4,5	60
25	5,6	80
35	7,7	90
50	9,2	100
70	10,9 V**	130
95	12,6	165
120	14,5	200
150	15,8	235
185	17,6	275
240	20,4	330
310	22,8	400
400	26,3	500
500	29,4	600
625	32,9	700
800	37,2	850
1000	41,6	1000

Vorstehende Belastungstabelle ist vom Verbande deutscher Elektrotechniker auf dem Verbandstage 27. Juni 1901 angenommen und tritt am 1. Januar 1903 in Kraft.

Anmerkung: M* Massiver Kupferdraht.
V ** Verseilter Kupferdraht.

Tabelle
der Querschnitte von Gleichstromleitungen bei einem Spannungsverlust bis 3 Volt.*)

Querschnitt qmm	1 V.	1,5 V.	2 V.	2,5 V.	3 V.
	Meterampère				
0,75	42,75	64,13	85,50	106,88	128,25
1,0	57,0	85,50	114	142,5	171,00
1,5	85,5	128,26	171	213,8	256,5
2,5	142,5	213,8	285	356,3	427,5
4	228	342	456	570	684
6	342	513	684	855	1 026
10	570	855	1 140	1 425	1 710
16	912	1 368	1 824	2 280	2 736
25	1 425	2 138	2 850	3 563	4 275
35	1 995	2 993	3 990	4 988	5 985
50	2 850	4 276	5 700	7 126	8 550
70	3 990	5 986	7 980	9 976	11 970
95	5 415	8 124	10 830	13 539	16 245
120	6 840	10 260	13 680	17 100	20 520
150	8 550	12 826	17 700	21 380	25 650
185	10 545	15 819	21 090	26 368	31 635
210	11 970	17 955	23 940	29 925	35 910
240	13 680	20 520	27 360	34 200	41 040
280	15 960	23 940	31 920	39 900	47 880
310	17 670	26 505	35 340	49 875	53 010
360	20 520	30 780	41 040	51 300	61 560
400	22 800	34 200	45 600	57 000	68 400
500	28 500	42 750	57 000	71 250	85 500
625	35 625	53 438	71 250	89 063	106 875
725	41 325	61 988	82 650	103 313	123 975
800	45 600	68 400	91 200	114 000	136 800
1000	57 000	85 500	114 000	142 500	171 000

*) Bei spez. Leitfähigkeit des Kupfers = 57 bei 15 Grad Celsius. Die Zahlen der Tabelle unter Meterampère ergeben die Produkte aus Stromstärke × doppelter Entfernung. (Siehe auch Seite 15.)

Tabelle
der Querschnitte von Gleichstromleitungen bei einem Spannungsverlust bis 5,5 Volt.*)

Querschnitt qmm	3,5 V.	4 V.	4,5 V.	5 V.	5,5 V.
	Meterampère				
0,75	149,63	171	192,4	213,75	235,13
1,0	199,5	228	256,5	285	313,5
1,5	299,3	342	384,8	427,5	470,3
2,5	498,8	570	641,3	712,5	783,8
4	798	912	1 026	1 140	1 254
6	1 197	1 368	1 539	1 710	1 881
10	1 995	2 280	2 565	2 850	3 135
16	3 192	3 648	4 104	4 560	5 016
25	4 988	5 700	6 413	7 125	7 838
35	6 983	7 980	8 978	9 975	10 973
50	9 976	11 400	12 826	14 250	15 676
70	13 966	15 960	17 956	19 950	21 946
95	18 954	21 660	24 369	27 075	29 784
120	23 940	27 360	30 780	34 200	37 620
150	29 930	34 200	38 480	42 750	47 030
185	36 913	42 180	47 458	52 725	58 003
210	41 895	47 880	53 865	59 850	65 835
240	47 880	54 720	61 560	68 400	75 240
280	55 860	63 840	71 820	79 800	87 780
310	61 845	70 680	79 515	83 350	97 185
360	71 820	82 080	92 340	102 600	112 860
400	79 800	91 200	102 600	114 000	125 400
500	99 750	114 000	128 250	142 500	156 750
625	124 688	142 500	160 313	178 125	195 938
725	144 638	165 300	185 963	206 625	227 288
800	159 600	182 400	205 200	228 000	250 800
1000	199 500	228 000	256 500	285 000	313 500

*) Siehe Anmerkung Seite 11.

Tabelle

der Querschnitte von Gleichstromleitungen bei einem Spannungsverlust bis 9 Volt.*)

Quer-schnitt qmm	6 V.	7 V.	8 V.	9 V.
	Meterampère			
0,75	256,5	299,25	342	384,7
1,0	342	399	456	513
1,5	513	598,5	684	769,4
2,5	855	997,5	1 140	1 282,4
4	1 368	1 596	1 824	2 052
6	2 052	2 394	2 736	3 078
10	3 420	3 990	4 560	5 130
16	5 472	6 384	7 296	8 208
25	8 550	9 975	11 400	12 824
35	11 970	13 965	15 960	17 954
50	17 100	19 950	22 800	25 650
70	23 940	27 930	31 920	35 910
95	32 490	37 905	43 320	48 732
120	41 040	47 880	54 720	61 560
150	51 300	53 850	68 400	76 940
185	63 270	73 815	84 360	94 905
210	71 820	83 790	95 760	107 730
240	82 080	95 760	109 440	123 120
280	95 760	111 720	127 680	143 640
310	106 020	123 690	141 360	159 030
360	123 120	143 640	164 160	184 680
400	136 800	159 600	182 400	205 200
500	171 000	199 500	228 000	256 500
625	213 750	249 375	285 000	320 625
725	247 950	289 275	330 600	371 925
800	273 600	319 200	364 800	410 400
1000	342 000	399 000	456 000	513 000

*) Siehe Anmerkung Seite 11.

Tabelle
für Kupferschienen.

Dimensionen in mm	Querschnitt in qmm	Belastung in Amp.	Dimensionen in mm	Querschnitt in qmm	Belastung in Amp.
8 × 2	16	60	40 × 4	160	320
10 × 2	20	72	20 × 8	160	320
15 × 2	30	85	25 × 7	175	350
10 × 3	30	85	30 × 6	180	360
10 × 4	40	95	25 × 8	200	400
21 × 2	42	96	50 × 4	200	400
15 × 3	45	97	40 × 5	200	400
16 × 3	48	98	30 × 8	240	480
20 × 2,5	50	100	60 × 4	240	480
10 × 5	50	100	40 × 6	240	480
15 × 4	60	120	50 × 5	250	500
20 × 3	60	120	25 × 10	250	500
10 × 6	60	120	35 × 8	280	560
25 × 2,5	62,5	125	50 × 5	250	550
13 × 5	65	130	60 × 5	300	600
20 × 3,7	74	148	20 × 16	320	640
15 × 5	75	150	40 × 8	320	640
25 × 3	75	150	35 × 10	350	700
20 × 4	80	160	60 × 6	360	720
10 × 8	80	160	22 × 18	396	792
15 × 6	90	180	40 × 10	400	800
18 × 5	90	180	45 × 10	450	900
25 × 4	100	200	40 × 12	480	960
20 × 5	100	200	80 × 6	480	960
36 × 3	108	216	60 × 8	480	960
30 × 4	120	240	50 × 10	500	1 000
20 × 6	120	240	60 × 10	600	1 200
10 × 12	120	240	100 × 6	600	1 200
15 × 8	120	240	80 × 8	640	1 280
25 × 5	125	250	100 × 8	800	1 600
20 × 7	140	280	80 × 10	800	1 600
25 × 6	150	300	100 × 10	1 000	2 000
30 × 5	150	300			

Berechnung des Spannungsverlustes von Leitungen.

Der Spannungsverlust e in Volt wird für Gleichstrom-Leitungen mit Hilfe der Formel:

$$e = \frac{i \times l}{57 \times q}$$

berechnet. In dieser Formel bedeutet:

e = Spannung in Volt;
i = Stromstärke in Ampère;
l = Hin- und Rückleitung in Meter;
q = Querschnitt der Leitung in Quadratmillimeter;
57 = Leitungsvermögen des Kupfers.

Beispiel: Eine Kupferleitung soll mit 10 Ampère belastet werden bei 100 m Länge (Hin- und Rückleitung) und einen Querschnitt von 2,5 qmm. Wie hoch ist der Spannungsverlust?

Formel:

$$e = \frac{i \times l}{57 \times q} =$$

Auflösung:

$$\frac{10\,\text{Amp.} \times 100\,\text{m Hin- u. Rückleitg.} = 1000\,\text{Meteramp.}}{57 \times 2{,}5\,\text{Leitungsquerschnitt} = 142} = \text{rund } 7\ \text{Volt.}$$

Berechnung des Leitungsquerschnittes.

I. Gleichstromanlagen.

Der Leitungsquerschnitt bei gegebenem Spannungsverlust berechnet sich bei Gleichstromanlagen nach der Formel:

$$q = \frac{i \times l}{27 \times e}$$

In dieser Formel bedeutet:

q = Querschnitt der Leitungen in Quadratmillimeter;
i = Stromstärke in Ampère.;
l = Die einfache Leitungslänge in Meter;
e = Die Spannungsdifferenz zwischen der Dynamo oder Hausanschluss und der Verbrauchsstelle, oder der gegebene Spannungsverlust;
27 = Gegebener Wert.

Beispiel: Eine Kupferleitung von 81 m einfache Länge und 10 Ampère Belastung bei 5 Volt gegebenem Spannungsverlust muss welchen Querschnitt haben?

Formel:

$$q = \frac{i \times l}{27 \times e} =$$

Auflösung:

$$\frac{10 \text{ Amp.} \times 81 \text{ m einfache Länge} = 810}{27 \times 5 \text{ Volt Spannungsverlust} = 135} = \text{rund } 6 \text{ qmm.}$$

II. Drehstrom mit Lichtbetrieb.

Den Leitungsquerschnitt bei gegebenem Spannungsverlust für Drehstromanlagen mit Lichtbetrieb berechnet man mit Hilfe der Formel:

$$q = \frac{i \times l}{32 \times e}$$

III. Drehstrom mit Kraftbetrieb.

Hierdurch dient nachstehende Formel:

$$q = \frac{i \times l}{40 \times e}$$

IV. Wechselstrom.

Für die Berechnung des Leitungsquerschnittes von Wechselstromanlagen mit induktionsfreier Belastung dient dieselbe Formel wie bei Gleichstromanlagen unter I.

Anmerkung: Die Auflösung der Formeln Drehstrom mit Lichtbetrieb resp. mit Kraftbetrieb ist die gleiche wie unter I bei Gleichstromanlagen. Es ändern sich hier nur die gegebenen Werte, und zwar ist statt der Zahl 27 bei Drehstromlichtbetrieb die Zahl 32, und bei Drehstromkraftbetrieb die Zahl 40 zu setzen.

Berechnung des Widerstandes.

Den Widerstand in Ohm (Ω) einer Leitung berechnet man mit Hilfe der Formel:

$$w = \frac{l}{k \times q}$$

In dieser Formel bedeutet:

l = Leitungslänge in Meter;

k = Leitfähigkeit des betreffenden Metalls (bei Kupfer z. B. 57);

q = Leitungsquerschnitt in Quadratmillimeter.

Beispiel: Eine Kupferleitung von 100 m Länge und 2,5 qmm Querschnitt besitzt welchen Widerstand?

Formel:
$$w = \frac{l}{k \times q} =$$

$$\frac{100 \text{ m Länge}}{57 \text{ (Leitungsfähigkeit des Kupfers)} \times 2{,}5 \text{ Leitungsquerschnitt}} \quad \frac{100}{142} = \text{rund } 0{,}7\ \Omega.$$

Der Widerstand einer Leitung lässt sich ausserdem auch noch mit Hilfe der Formel:

$$w = \frac{c \times l}{q}$$

berechnen.

In dieser Formel bedeutet:

c = Spezifischer Widerstand des Metalles (bei Kupfer z. B. 0,0175);

l = Leitungslänge in Meter;

q = Leitungsquerschnitt in Quadratmillimeter.

Beispiel I: Eine Kupferleitung von 100 m Länge und 2,5 qmm Querschnitt besitzt welchen Widerstand?

Formel:
$$w = \frac{c \times l}{q} =$$

$$\frac{0{,}0175 \text{ (spez. Widerstand für Kupfer)} \times 100 \text{ m Länge} = 1{,}75}{2{,}5 \text{ qmm Leitungsquerschnitt} = 2{,}5} = \text{rund } 0{,}7\ \Omega.$$

Beispiel II: Ein Nickelindraht von 30 m Länge und 2 mm Durchmesser (circa 3 qmm Querschnitt) besitzt welchen Widerstand?

Formel:
$$w = \frac{c \times l}{q} =$$

$$\frac{0{,}45 \text{ (spez. Widerstand f. Nickelin)} \times 30 \text{ m Länge} = 13.5}{2 \text{ mm Durchm. ca. } 3 \text{ qmm Querschnitt} = 3} = \text{rund } 4{,}5\ \Omega.$$

Beispiel III: Es soll ein Widerstand von 10 Ω aus Neusilberdraht von 5 mm Durchmesser hergestellt werden. Wieviel Meter Länge muss der Neusilberdraht haben?

Hierfür dient nachstehende Formel:

$$l = \frac{w \times q}{c}$$

In dieser Formel bedeutet:

w = Widerstand in Ohm;

q = Querschnitt in Quadratmillimeter;

c = Spezifischer Widerstand (bei Neusilber 0,318).

Hiernach berechnet sich die Länge l des Neusilberdrahtes wie folgt:

$$l = \frac{w \times q}{c} =$$

$$\frac{\text{10 Ohm} \times \text{19,635 qmm Querschnitt (c. 5 mm } \Phi) = 196{,}35}{\text{0,318 spezifischer Widerstand des Neusilberdrahtes} = 0{,}318} = \text{rund 620 m.}$$

Tabelle

über die Leitungsfähigkeit und Widerstand der in der Elektrotechnik verwendeten Metalle.

Metalle	Leitungsfähigkeit bezogen auf Quecksilber	Widerstand bei 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt 15° Celsius
Blei	4,8	0,2076
Aluminium	32,35	0,0308
Eisen	9,67—9,75	0,0982—0,1042
Gold	45	0,0216—0,022
Kupfer	57	0,0175
Kruppin	1,17	0,85
Neusilber	3,14	0,318
Nickel	7,58	0,1306
Nickelin	2,2	0,40
Quecksilber	1	0,247

Berechnung der Ersatzwiderstände für Gleichstrom-Bogenlampen.

Die Ersatzwiderstände dienen zum Ersatz einer oder mehrerer Gleichstrom-Bogenlampen. Zur Berechnung des Ersatzwiderstandes dient die Formel:

$$\text{Ersatzwiderstand in Ohm} = \frac{\text{Lampenspannung in Volt}}{\text{Stromstärke in Ampère}}$$

Beispiel: Für eine Gleichstrom-Bogenlampe von 8 Ampère und 40 Volt Lampenspannung bei 110 Volt Netzspannung soll bei Hintereinanderschaltung von 2 Bogenlampen statt der zweiten Lampe ein Ersatzwiderstand zwischengeschaltet werden. Für wieviel Ohm muss derselbe berechnet werden?

Formel:

$$\text{Ersatzwiderstand in } \Omega = \frac{\text{Lampenspannung in Volt} = 40}{\text{Stromstärke in Ampère} = 8} = 5\ \Omega.$$

Tabelle
für Ersatzwiderstände für Gleichstrom-Bogenlampen.

Ersatzwiderstand	Amp.	Lampensp.	Ohm
für 1 Gleichstrombogenlampe von	2	34	17
„ 1 „ „	3	36	12
„ 1 „ „	4,5	37	8,2
„ 1 „ „	6,0	38	6,3
„ 1 „ „	8	40	5
„ 1 „ „	10	41	4
„ 1 „ „	12	41	3,4
„ 1 „ „	15	43	2,9
„ 1 „ „	20	44	2,2
„ 1 „ „	25	44	1,75

Berechnung der Zusatzwiderstände für Gleichstrom-Bogenlampen.

Den bei gegebener Netzspannung erforderlichen Zusatzwiderstand erhält man in Ohm, wenn man die Differenz zwischen der Netzspannung und der Summe der Spannungen der hintereinander geschalteten Lampen

durch die in Ampère gegebene Stromstärke dividiert und vom Resultat den Leitungswiderstand subtrahiert.

I. Beispiel. An ein Netz von 110 Volt sollen 2 Gleichstrom-Bogenlampen von 6 Ampère und 38 Volt Lampenspannung hintereinander geschaltet werden. Der Leitungswiderstand beträgt 3 Ohm. Wieviel Ohm muss der Vorschaltwiderstand haben?

Formel:

$$\frac{\text{110 Volt Netzspannung minus } 2 \times 38 \text{ Volt Lampenspannung} = 34}{\text{6 Ampère} = 6} = 5{,}66\ \Omega.$$

Der Leitungswiderstand beträgt, wie oben angegeben, 3 Ohm, so ist der erforderliche Vorschaltwiderstand

5,66 minus 3 Ohm = 2,66 Ohm.

II. Beispiel. An ein Netz von 220 Volt sollen 4 Gleichstrom-Bogenlampen von 8 Ampère und 40 Volt Lampenspannung hintereinander geschaltet werden. Die Länge der Leitung beträgt 50 m, der Querschnitt derselben 4 qmm. Wieviel Ohm muss der Vorschaltwiderstand haben?

Formel:

$$\frac{\text{220 Volt Netzspannung minus } 4 \times 40 \text{ Volt Lampenspannung} = 60}{\text{8 Ampère} = 8} = 7{,}5\ \Omega.$$

Widerstand der Leitung (siehe auch Seite 17).

Formel:

$$w = \frac{l}{k \times q} \quad \frac{\text{50 m Leitungslänge} = 50}{57 \times 4 \text{ qmm Querschnitt} = 228} \text{ rund } 0{,}22\ \Omega.$$

Der Leitungswiderstand beträgt nach vorstehender Berechnung rund 0,22 Ohm, demnach ist der erforderliche Vorschaltwiderstand:

7,5 Ohm minus 0,22 Ohm = 7,28 Ohm.

Tabelle

für Drosselspulen für Wechselstrom-Bogenlampen.

Amp.	Energieverbrauch in Watt bei		Spannung bei je 200 mm Kohlenlge.	Spannung bei je 250 mm Kohlenlge.	Spannung bei je 325 mm Kohlenlge.
	110 Volt	120 Volt	Volt	Volt	Volt
4,5	30	43	28	29	30
6	34	47	28	29	30
8	41	53	28	29	30
10	49	62	29	30	31
12	59	72	29	30	31
15	61	81	30	31	32
20	80	100	31	32	33
25	100	120	31	32	33

Diese Lampenspannungen gelten für Stromkurven von Sinusform; für spitze Kurven sind die Lampenspannungen bis zu 15% geringer.

Drosselspulen werden bei Wechselstrom-Bogenlampen mit Vorteil statt der Zusatzwiderstände (nicht als Ersatzwiderstände) verwendet. Man spart dadurch an Energie (Strom) wie folgendes Beispiel zeigt:

Drei Bogenlampen für je 12 Ampère hintereinandergeschaltet brauchen 30 Volt. Bei 120 Volt Netzspannung würde daher im Beruhigungswiderstand $30 \times 12 = 360$ Watt verloren gehen.

Die Drosselspule verbraucht dagegen laut vorstehender Tabelle nur 72 Watt, man spart daher 288 Watt.

Die gesamte Energie für die drei Lampen beträgt: Bei Verwendung eines Beruhigungswiderstandes $12 \times 120 = 1440$ Watt. Bei Verwendung einer Drosselspule $12 \times 90 + 72 = 1152$ Watt, d. h. die in den Lampen selbst verzehrte Energie beträgt im ersten Fall 75%, im zweiten Fall 94% der gesamten aufgewendeten Energie.

Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Drosselspulen sind für drei hintereinander geschaltete Wechselstrom-Bogenlampen bei einer Netzspannung von 110—120 Volt und einer mittleren Periodenzahl von 50 in der Sekunde.

Zum Anschluss einzelner oder zweier parallel geschalteter Wechselstrom-Bogenlampen an ein Leitungsnetz von 110—120 Volt empfiehlt es sich, Bogenlampen-Transformatoren zu verwenden.

Die Anwendung von Bogenlampen-Transformatoren bietet gegenüber derjenigen von Drosselspulen den Vorteil, dass das Leitungsnetz weniger belastet wird und keine erhebliche Phasen-Verschiebung eintritt.

Tabelle
von Drahtstärken für Bogenlichtwiderstände
(Vorschaltwiderstände aus Nickelin).

	Ampère	Draht-stärke in mm Φ	Quer-schnitt in qmm	Wider-stand in Ω	Länge des Drahtes in m
	3	1,00	0,785	12	24
	4	1,10	0,950	8	20
	5	1,20	1,131	6	18
	6	1,35	1,433	4,5	17
	8	1,50	1,767	3,5	16
	9	1,60	2,009	3,0	16
	12	1,80	2,545	2,5	16
	15	1,90	2,835	2,3	17
	16	2,00	3,141	2,0	16
In 2 Widerständ. parall. geschaltet.	20	1,60	2,009	1,5	2 à 16
	25	1,80	2,545	1,25	2 à 16
	30	1,90	2,835	1,1	2 à 17

Die Länge in Meter des Nickelindrahtes bei gegebenem Widerstand in Ohm und gegebenem Querschnitt in Quadratmillimeter berechnet sich nach der Formel (siehe auch Seite 18, Beispiel 3).

$$l = \frac{w \times q}{c}$$

Beispiel: Wieviel Meter Nickelindraht von 1 mm Durchmesser (0,785 qmm Querschnitt) sind nötig, um einen Widerstand von 12 Ohm herzustellen?

Formel:

$$l = \frac{w \times q}{c} = \text{Länge}$$

$$\text{Länge} = \frac{\text{Widerstand } 12\ \Omega \times 0{,}785 \text{ qmm Querschnitt} = 920}{0{,}40 \text{ spez. Widerstand von Nickelin} = 0{,}40} = \text{rund } 24 \text{ m.}$$

Isolationsmessungen an Leitungsnetzen.

Der Isolationswiderstand des gesamten Leitungsnetzes einer Installationgegen Erde muss entsprechend den Verbandsvorschriften nach der Formel:

$$\frac{1{,}000\,000}{n} = \text{Ohm}$$

betragen. Ausserdem muss für jeden Hauptzweig die Isolation mindestens

$$10\,000 + \frac{1{,}000\,000}{n} = \text{Ohm}$$

betragen. In diesen Formeln ist unter n die Zahl der an die betreffende Leitung angeschlossenen Glühlampen zu verstehen, einschliesslich eines Aequivalentes von 10 Glühlampen für jede Bogenlampe, jeden Elektromotor oder anderen stromverbrauchenden Apparates.

Es ist daher notwendig, bei grösseren Anlagen mit mehreren Verteilungen jeden Hauptverteilungsabzweig getrennt zu prüfen, da es möglich sein kann, dass die Gesamtanlage wohl den Vorschriften entspricht betreffs des Isolationswiderstandes, die einzelnen Hauptabzweigleitungen jedoch unter dem zulässigen Isolationswiderstand liegen.

Beispiel behufs Feststellung des Isolationswiderstandes:

Es ist an einer Beleuchtungsanlage ein Hauptabzweig für 50 Glühlampen ausgeführt worden. Wie hoch darf der Isolationswiderstand des Leitungsnetzes gegen Erde entsprechend den Verbandsvorschriften sein?

Formel:

$$10\,000 + \frac{1{,}000\,000 = 1\,010\,000}{n = \text{Glühlampen } 50} = 20\,200\ \Omega.$$

Bei den Isolationsmessungen ist nicht nur der Isolationswiderstand des Leitungsnetzes gegen Erde festzustellen, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedener Polarität gegeneinander zu messen. Bei dieser Prüfung sind die Glüh- und Bogenlampen, Motore oder andere stromverbrauchende Apparate von den Leitungen zu trennen, hingegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper anzuschliessen, die Sicherheitsstöpsel, Streifen oder Schmelzeinsätze in die Sicherheitsschalter einzusetzen und sämtliche Ausschalter einzuschalten. Auch bei dieser Messung müssen die Isolationswiderstände obiger Formel genügen. Der Isolationswiderstand von Freileitungen muss bei Regenwetter mindestens 20,000 Ohm für das Kilometer einfacher Länge betragen.

Tabelle

für Kohlenstärke-Lichtbogenspannung und Brenndauer von Wechselstrom-Bogenlampen.

Stromstärke	Ampère	4	6	8	10	12
Marke der Kohlen		A	A	A	A	A
Durchmesser beider Dochtkohlen	mm	8	8	10	12	12
Lichtbogenspannung nach 1/2 stündigem Brennen . . .	Volt	28	28	28	29	30
Ungefähre Brenndauer bei einer Gesamtkohlenlänge von . .	400 mm Std.	7—6	7—6	7—6	7—6	7—6
	500 mm Std.	11—10	11—10	11—10	11—10	11—10
	600 mm Std.	14—12	14—12	14—12	14—12	14—12
Stromstärke	Ampère	15	20	25	30	35
Marke der Kohlen		A	A	A	A	A
Durchmesser beider Dochtkohlen	mm	15	18	20	20	20
Lichtbogenspannung nach 1/2 stündigem Brennen . . .	Volt	30	30	30	30	30
Ungefähre Brenndauer bei einer Gesamtkohlenlänge von . .	400 mm Std.	7—6	—	—	—	—
	500 mm Std.	11—10	11—10	11—10	11—10	11—10
	600 mm Std.	14—12	14—12	14—12	14—12	14—12

Die hier angegebenen Spannungen beziehen sich auf einen Strom, dessen Kurve sich der Form einer Sinuskurve nähert.

Tabelle

für Kohlenstärke-Lichtbogenspannung und Brenndauer von Gleichstrom-Bogenlampen.

Stromstärke	Ampère	1	1,5—2	2—2,5	3—3,5	4—5	6—9
Marke der Kohlen		A	A	A	A	A	A
Durchmesser der Dochtkohle	mm	5	5	8	11	13	16
Durchmesser der Homogenk.		3	3	5	7	8	10
Lichtbogenspannung	Volt	35	35	36	37	38	39
Ungefähre Brenndauer bei einer Gesamtkohlenlänge von	400 mm Std.	3,5	2	7—5,5	8—7	10—8	11—9
	500 mm Std.	4,5	3,5—2,75	9—6,75	10—9	12—11	13—11
	600 mm Std.	—	—	—	—	20—18	20—18
Stromstärke	Ampère	10—11	12—15	16—18	20—24	25—30	31—35
Marke der Kohlen		A T	A T	A T	A T	A T	A T
Durchmesser der Dochtkohle	mm	18 18	20 20	20 20	22 22	25 25	25 25
Durchmesser der Homogenk.		12 11	13 12	13 12	14 13	18 17	18 17
Lichtbogenspannung	Volt	41	43	43	43	43	43
Ungefähre Brenndauer bei einer Gesamtkohlenlänge von	400 mm Std.	12—10	12—10	—	—	—	—
	500 mm Std.	16—14	16—14	16—14	16—14	16—14	16—14
	600 mm Std.	20—18	20—18	20—18	20—18	20—18	20—18

Tabelle
des zulässigen Isolationswiderstandes für elektrische Leitungsanlagen.

Glühlampen.	Isolationswiderstand in Ohm.
10	101 000
15	66 669
20	50 500
25	40 400
30	33 667
40	25 250
50	20 200
60	16 834
70	14 429
80	12 625
100	10 100
150	6 734
200	5 050
250	4 040
300	3 367
350	2 886
400	2 525
450	2 245
500	2 020

Berechnung der Stromstärke von Glühlampen.

Die Stromstärke der Glühlampen ergiebt sich aus der Formel:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Lichtstärke} \times \text{Wattverbrauch}}{\text{Spannung}}$$

Beispiel. Eine Glühlampe von 10 Kerzen Leuchtkraft und 110 Volt Spannung bei 3,5 Watt pro Hefnerkerze gebraucht welche Stromstärke?

Auflösung:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Lichtstärke 10 Kerzen} \times 3{,}5 \text{ Watt pro Kerze} = 35}{\text{Spannung in Volt} = 110} \text{ rund } 0{,}32 \text{ Amp.}$$

Tabelle
des Stromverbrauchs in Ampère von Glühlampen bei 3,5 Watt pro Kerze.

Lichtstärken in Hefnerkerzen	65 Volt Amp.	110 Volt Amp.	220 Volt Amp.	Lampen auf 1 Pferdekraft
5	0,27	0,16	—	30
10	0,54	0,32	0,18	18
16	0,86	0,51	0,25	12
25	1,35	0,80	0,40	8
32	1,72	1,02	0,50	6

Tabelle
des Stromverbrauchs in Ampère von Glühlampen für Akkumulatorenbetrieb.

Kerzen	Volt	Ampère	Kerzen	Volt	Ampère
5	18	0,97	20	5	14,
8	10	2,80	25	20	4,38
8	15	1,87	25	30	2,92
10	10	3,50	25	40	2.20
10	18	1,94	32	11	9.75
10	20	1,75	32	17	6 60
10	30	1.17	32	40	2,80
10	40	0,88	32	80	1,40
16	20	2,80	32	150	0,75
16	18	3,11			
16	30	1,87			
16	40	1,40			
16	50	1,12			

Der normale Wattverbrauch beträgt 3,5—4 Watt pro Normalkerze.

Tabelle
behufs Feststellung der erforderlichen Lichtstärken für Innenräume.

Bezeichnung der Räume.	Auf 1 qm Bodenfläche sind zu rechnen:
Elegante Wohnungen:	
Salons	4—5 Kerzenstärken
Wohn- und Speisezimmer	3—3,5 „
Schlafzimmer	1,5—2 „
Nebenräume	1—2 „
Geschäftslokale:	
Verkaufsläden ohne Auslagen	4—7 „
Schaufenster pro lfd. Meter	3—6 Lampen à 16 Kerzen
Comptoirs und Lager . .	3—4 Kerzenstärken
Haupt-Bureaus (Banken) .	5—6 „
Hotels:	
Gesellschaftsräume . . .	5—7 „
Elegante Gasträume . . .	3—4 „
Einfache Gasträume . .	2—3 „
Nebenräume, Gänge . .	1—1.5 „
Wirtschaftsräume . . .	1—2 „
Festräume	9—13 „

Tabelle
behufs Feststellung der erforderlichen Glühlampen für Innenräume (nach Uppenborn).

Dimensionen des Raumes in m			Anzahl der Lampen à 16 Kerzen	Höhe der Lampen über dem Fussboden in m
lang	breit	hoch		
4,7	4,7	3,8	2—3	2.0—2.2
5,6	5,6	4.4	5—6	2.0—2,4
7.5	7,5	5,3	9—12	2,5—2,8
10.0	10,0	6,9	16—20	2,8—3.1
12,5	12,5	9,4	25—30	3,5—3,8
15,7	15,7	12,5	40—45	4,0—4,4
18,8	18,8	14.0	60—70	4,7—5,3
22,0	22,0	15,7	100—120	5,6—6,3

Berechnung des Nutzeffektes von Dynamos.

Zur Berechnung des Nutzeffektes von Dynamos dient die Formel:

$$\frac{W}{Wst. \times PS.}$$

In dieser Formel bedeutet:

W = Die Leistung der Dynamo in Watt;

$Wst.$ = Wattstunde einer Pferdekraft = 736 Watt;

$PS.$ = Die Anzahl der Pferdekräfte, welche die Dynamo entsprechend ihrer Leistung braucht.

Beispiel: Eine Dynamo, welche 13 000 Watt leistet, benötigt zum Betriebe 20 Pferdekräfte. Welche Nutzleistung hat dieselbe?

Formel:

$$\frac{W}{Wst.\ PS.} = \frac{1300 \text{ Watt Leistung} \quad 1300}{736 \text{ Watt} \times 20 \text{ Pferdekräfte } 14\,720} = 0{,}88.$$

Der Nutzeffekt giebt dieses Verhältnis prozentual an und beträgt in diesem Falle 88%.

Tabelle

zur Feststellung der Nenner vom Wirkungsgrad der Dynamos.

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen zur zugeführten Leistung.

Die nachstehenden Nenner zum Berechnen der erforderlichen Pferdestärken zum Antrieb von Dynamos, ergeben sich bei gegebenem Wirkungsgrade der Dynamo wie folgt:

$$\text{Nenner} = \frac{736 \times \text{Wirkungsgrad}}{100}$$

Beispiel: Wie hoch ist der Nenner, wenn eine Dynamo einen Wirkungsgrad von 82% hat.

Formel: $N = \frac{736 \times \text{Wirkungsgrad}}{100}$

$= \frac{736 \times 82\,\% \text{ Wirkungsgrad}}{100} \; \frac{= 60\,352}{= 100} = \text{rund } 604.$

Wirkungsgrad in %	Nenner	Wirkungsgrad in %	Nenner
60	442	80	589
62	456	82	604
64	471	84	618
66	486	86	633
68	500	88	647
70	515	90	663
72	530	92	677
74	545	94	692
76	559	96	707
78	574	98	721
		100	736

Berechnung der erforderlichen Pferdestärken zum Antrieb von Dynamos.

Die erforderlichen Pferdestärken (PS.) zum Antrieb von Dynamos berechnet man nach folgender Formel:

I. Gleich- und Wechselstrom (Lichtbetrieb).

$$PS. = \frac{e \times i}{\text{Nennzahl}}$$

In dieser Formel bedeutet:

PS. = Der gesuchte Kraftbedarf in Pferdestärken
e = Spannung der Dynamo in Volt;
i = Leistung „ „ „ Ampère;
Nennzahl = entsprechend dem Wirkungsgrad der Dynamo in Prozenten ist die Nennungszahl aus der vorherigen Tabelle zu entnehmen.

Beispiel: Eine Dynamo von 110 Volt und 60 Ampère bei 82 % Wirkungsgrad bedarf eine Antriebsmaschine von wieviel Pferdekräften?

Formel:
$$PS. = \frac{e \times i}{604}$$

$$= \frac{110 \text{ Volt} \times 60 \text{ Ampère} = 6600 \text{ Watt}}{\text{Nennzahl} \quad 604 = \quad 604} = \text{rund } 11\ PS.$$

II. Wechselstrom mit Licht- u. Kraftbetrieb.

Formel:
$$PS. = \frac{e \times i \times 0{,}8}{604}$$

In dieser Formel bedeutet:

$PS.$ = Der gesuchte Kraftbedarf in Pferdestärken;
e = Spannung in Volt;
i = Stromstärke in Ampère;
0,8 = Leitungsfaktor;
604 = Nennzahl entsprechend dem Wirkungsgrad der Dynamo.

III. Drehstrom (Lichtbetrieb mit gleicher Belastung der drei Stromkreise).

Formel:
$$PS. = \frac{e \times i \times 1{,}73}{604}$$

IV. Drehstrom (Licht- und Kraftbetrieb).

Formel:
$$PS. = \frac{e \times i \times 0{.}8 \times 1{,}73}{604}$$

Die Auflösung vorstehender Formeln erfolgt in derselben Weise, wie im Beispiel unter I Gleichstrom angegeben, ergänzen sich jedoch noch durch den Leitungsfaktor 0,8 resp. den Wert 1,73, sowie bei Drehstrom (Licht- und Kraftbetrieb) durch den Leitungsfaktor 0,8 und den Wert 1,73.

Berechnung des Durchmessers von Riemenscheiben.

Der Durchmesser einer Riemenscheibe ergiebt sich aus der Formel:

$$dI = \frac{n}{nI} \times d$$

In dieser Formel bedeutet:

dI = Der festzustellende Durchmesser einer Riemenscheibe;

n = Umdrehungszahl des Elektromotors zuzüglich 2% für Geschwindigkeitsverlust.

nI = Umdrehungszahl der anzutreibenden Arbeitsmaschine;

d = Riemenscheibendurchmesser des Elektromotors.

Beispiel: Ein Elektromotor mit 1000 Umdrehungen und einem Durchmesser der Riemenscheibe von 200 mm soll eine Arbeitsmaschine antreiben, welche 300 Umdrehungen in der Minute machen soll. Welchen Durchmesser muss die Riemenscheibe der Arbeitsmaschine haben?

Formel:

$$dI = \frac{n}{nI} \times d.$$

Umdrehung des Motors — Geschwindigkeitsverlust — Φ der Motorscheibe

$$dI = \frac{1000 + 20 = 1020}{\text{Umdreh. d. Arbeitsm. } 300} = 3{,}4 \times 200 = 680\,\text{mm}.$$

Der Durchmesser der Riemenscheibe dI für die Arbeitsmaschine muss demnach 680 mm betragen.

Berechnung der Geschwindigkeit von Treibriemen in der Sekunde.

Die Geschwindigkeit von Treibriemen in der Sekunde lässt sich durch nachstehende Formel ermitteln:

$$v = \frac{u \times n}{60}$$

In dieser Formel bedeuten:

v = Die gesuchte Geschwindigkeit in der Sekunde;
u = Scheibenumfang (der Scheibenumfang ist gleich dem Scheibendurchmesser $d \times 3{,}14$);
n = Umdrehungszahl pro Minute;
60 = Nennzahl.

Beispiel: Wieviel beträgt die Geschwindigkeit eines Treibriemens in der Sekunde, wenn der Scheibendurchmesser d 200 mm, der Scheibenumfang u (200 $\times$ 3,14 =) 0,628 m und die Umdrehungszahl n 1000 pro Minute beträgt.

Auflösung: Scheibenumfang Umdrehung

$$\text{Geschwindigkeit } v = \frac{u\ 0.628 \times n\ 1000 = 628}{\text{Nennzahl} \qquad = 60} = 10{,}5\,\text{m}.$$

Berechnung der durch Treibriemen übertragenen Nutzkraft.

Die durch den Treibriemen übertragene Nutzkraft z in Kilogramm berechnet sich, wenn die übertragene Leistung l ausgedrückt in m.kg.sek. (Meter-Kilogramm-

Sekunden) durch die Geschwindigkeit v dividiert wird. Eine Pferdekraft ist = 75 m.kg.sek. = 736 Watt.

Formel:

$$\text{Nutzkraft } z = \frac{l}{v}$$

In dieser Formel bedeutet:

z = Die zu berechnende Nutzkraft;

l = Die zu übertragende Leistung in Pferdestärken;

v = Die Geschwindigkeit in der Sekunde.

Beispiel: Durch den Riemen bei einer Geschwindigkeit von 10,5 m in der Sekunde sind 10 Pferdestärken zu übertragen. Wie berechnet sich die Nutzkraft in Kilogramm hierfür?

Formel:

$$\text{Nutzkraft } z = \frac{l}{v}$$

$$\frac{\text{10 Pferdestärken} \times \text{75 m.kg.sek.} = \text{750 m.kg.sek.}}{\text{10,5 m Geschwindigkeit in der Sekunde} = 10{,}5} = \text{72 kg.}$$

Berechnung der Riemenbreiten.

Mittels nachstehender Tabellen und der Feststellung der Nutzkraft, wie in der vorherigen Berechnung angegeben, lassen sich die Riemenbreiten von Treibriemen berechnen.

Beispiel: Wie breit muss ein Riemen sein, welcher 10 Pferdestärken zu übertragen hat und dessen Nutzkraft 72 kg beträgt. Der Durchmesser der kleinen Scheibe ist 200 mm bei 10 m Geschwindigkeit.

Formel: z

Gegebener Wert der Tabelle für einfache Riemen.

$$= \frac{\text{Nutzkraft } z \text{ 72 kg} = 72}{5 \text{ kg} = 5} = \text{rund 15 cm Breite.}$$

Gegebener Wert laut Tabelle bei 200 mm Scheibendurchmesser und 10 m Geschwindigkeit auf 1 cm Breite.

Tabelle

der Nutzkraft in Kilogramm auf den Centimeter-Riemen.

Durchmesser der kleinen Scheibe	Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde					
	3	5	10	15	20	25
	Belastung in Kilogramm					
100 mm	2	2,5	3	3	3,5	3,5
200 mm	3	4	5	5,5	6	6,5
500 mm	5	7	8	9	10	11
1 000 mm	6	8,5	10	11	12	13
2 000 mm	7	10	12	13	14	15

Einfache Riemen sind bis 1 m Breite zulässig!

Tabelle

der Riemenabmessungen für Elektromotore und Dynamos.

PS.	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Riemen-breiten in mm	35×4	50×4	60×4	70×4	75×4	80×4	85×4

PS.	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Riemen-breiten in mm	90×4	95×4	100×5	105×5	110×5	120×5

PS.	6,5	7	7,5	8	8 5	9
Riemen-breiten in mm	125×5	128×5	130×5	130×6	132×6	135×6

PS.	10	12	15	20	25
Riemen-breiten in mm	140×6	155×6	180×7	210×7	230×7

Wellendurchmesser

	Umdrehungen in								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
PS.	Wellendurchmesser								
1	50	50	50	45	45	45	40	40	40
2	60	60	55	55	50	50	50	50	45
3	65	65	60	60	55	55	55	50	50
4	70	65	65	65	60	60	55	55	55
5	75	70	70	65	65	60	60	60	55
6	80	75	75	70	65	65	65	60	60
7	85	75	75	75	70	70	65	65	60
8	85	80	80	75	70	70	70	65	65
9	90	85	80	75	75	70	70	70	65
10	90	85	85	80	75	75	70	70	65
11	90	85	85	80	80	75	75	70	70
12	95	90	85	85	80	75	75	75	70
13	95	90	90	85	80	80	75	75	70
14	100	90	90	85	85	80	80	75	75
15	100	95	90	85	85	80	80	75	75
16	100	95	95	90	85	85	80	80	75
17	100	95	95	90	85	85	80	80	75
18	105	100	95	90	90	85	85	80	75
19	110	100	95	90	90	85	85	80	80
20	110	105	100	95	90	85	85	85	80
25	115	110	105	100	95	90	90	85	85
30	120	115	110	105	100	95	95	90	85
35	120	115	110	105	105	100	95	95	90
40	125	120	120	110	105	105	100	100	95
45	130	125	120	115	110	105	105	100	95
50	130	125	120	115	110	110	105	105	100
60	140	130	130	120	120	115	110	110	105
70	150	140	135	125	120	120	115	110	105
80	150	140	135	130	125	120	120	115	110
90	155	145	140	135	130	125	120	120	115
100	160	150	145	140	135	130	125	120	115

für Transmissionen.

der Minute										
140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375
in Millimeter										
35	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30
45	40	40	40	40	40	35	35	35	35	35
50	45	45	45	45	40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40
55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	45
55	55	55	50	50	50	50	50	45	45	45
60	55	55	55	55	50	50	50	50	50	45
60	60	55	55	55	55	50	50	50	50	50
65	60	60	60	55	55	55	50	50	50	50
65	60	60	60	55	55	55	55	55	50	50
65	65	60	60	60	55	55	55	55	55	50
65	65	65	60	60	60	55	55	55	55	55
70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	55
70	70	65	65	60	60	60	60	55	55	55
70	70	65	65	65	60	60	60	60	55	55
70	70	70	65	65	65	60	60	60	60	55
75	70	70	65	65	65	60	60	60	60	60
75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	60
75	75	70	70	65	65	65	65	60	60	60
75	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60
80	80	75	75	70	70	70	65	65	65	65
85	80	80	75	75	75	70	70	70	65	65
85	85	80	80	80	75	75	75	70	70	70
90	85	85	85	80	80	75	75	75	70	70
95	90	85	85	85	80	80	75	75	75	75
95	90	90	85	85	85	80	80	80	75	75
100	95	95	90	90	85	85	85	80	80	80
105	105	95	95	90	90	90	85	85	85	80
105	105	100	100	95	95	90	90	85	85	85
110	105	105	100	100	95	95	90	90	90	85
115	105	105	105	100	100	95	95	90	90	90

Bestimmung der erforderlichen elektrischen Energie in Pferdestärken für Arbeitsmaschinen.

Die Messung der erforderlichen elektrischen Energie in Pferdestärken für Arbeitsmaschinen ist an nachstehendem Beispiel zu ersehen:

Beispiel: Eine Presse von unbekanntem Kraftverbrauch soll durch einen Elektromotor probeweise betrieben werden, um hierdurch den mittleren Kraftverbrauch festzustellen. Da letzterer auf 4 bis 5 PS. geschätzt wird, so dient als Probemotor ein Motor von normal 5 PS. Die von 10 zu 10 Minuten innerhalb einer Stunde bei gleicher Belastung erfolgten Ablesungen der Ampère- und Voltmeter ergaben folgende Resultate:

Ablesung	Minuten	Ampère	Volt	Watt
1	10	34,5	105	3622,5
2	20	38,2	104	3972,8
3	30	40.0	105	4200,0
4	40	38,3	106	4059,8
5	50	36,0	107	3852,0
6	60	40,5	105	4252,6
			Summa	23959,7

Dieser giebt durchschnittlich $\frac{23959{,}7}{\text{Ablesungen } 6} = 3993{,}2$ Watt.

Diesen Wert durch 736 Watt dividiert, ergiebt $\frac{3993{,}2}{736} = 5{,}42$ PS. theoretisch. Da ein solcher

Motor mit einem durchschnittlichen Nutzeffekt von ca. 80 % arbeitet, so beträgt der effektive Kraftverbrauch der Arbeitsmaschine bezw. die effektive Leistung dieses Motors nur

$$5{,}42 \text{ PS.} \times 0{,}8 = 4{,}336 \text{ PS.}$$

Es würde somit unter den vorliegenden Verhältnissen ein Motor von etwa 4,5 PS. effektiver Leistung am zweckmässigsten sein.

Tabelle

über die Leistung der Elektromotoren bei verschiedenen Umdrehungen.

Umdrehungen pro Minute	Pferdekräfte						
	1,5	2.5	4	6	8,5	12	15,5
1500	1,65						
1250	**1,5**	2,66					
1150	1,33	**2,50**	4,5				
1050	1,25	2,25	**4,0**	6,5			
950	1,00	2,00	3.5	**6,0**	9		
850	0,90	1,85	3,4	5,5	**8,5**	12,50	
800	0,90	1,80	3,3	5,25	8,0	**12**	16
700	0,80	1,75	3,0	5	7,5	11	**15,5**
650	0,75	1,50	2,5	4,50	6,5	10	13,5

Die unterstrichenen Zahlen bedeuten die normale Leistung bei vorteilhaftestem Wirkungsgrad.

Ta

für den Wattverbrauch und

	Wirkungsgrad						
	75	76	77	78	79	80	81
PS.							Watt-
1	980	970	955	945	930	920	910
1,5	1 472	1 453	1 434	1 416	1 396	1 380	1 363
2	1 963	1 940	1 911	1 887	1 861	1 840	1 818
2,5	2 494	2 461	2 429	2 384	2 368	2 338	2 309
3	2 945	2 906	2 868	2 832	2 794	2 750	2 726
3,5	3 435	3 389	3 346	3 306	3 261	3 220	3 181
4	6 392	3 874	3 838	3 775	3 727	3 680	3 636
4,5	4 416	4 358	4 302	4 247	4 193	4 140	4 089
5	4 907	4 849	4 779	4 718	4 659	4 600	4 544
5,5	5 398	5 327	5 256	5 190	5 125	5 160	4 988
6	5 889	5 811	5 736	5 662	5 590	5 520	5 452
6,5	6 380	6 427	6 219	6 133	6 056	5 980	5 907
7	6 870	6 779	6 691	6 606	6 522	6 440	6 365
7,5	7 360	7 264	7 174	7 088	6 975	6 900	6 825
8	7 852	7 758	7 676	7 550	7 454	7 360	7 272
9	8 820	8 730	8 595	8 505	8 370	8 280	8 190
10	9 800	9 700	9 550	9 450	9 300	9 200	9 100
12	11 760	11 640	11 460	11 330	11 160	11 040	10 920
15	14 700	14 550	14 325	14 175	13 950	13 800	13 650
20	19 600	19 400	19 100	18 900	18 600	18 400	18 200
25	24 500	24 250	23 875	23 625	23 250	23 000	22 750

belle

Wirkungsgrad von Elektromotoren.

in Prozenten

82	83	84	85	86	87	88	89
verbrauch							
900	885	875	865	855	845	835	825
1 350	1 330	1 315	1 302	1 281	1 269	1 255	1 240
1 800	1 774	1 753	1 732	1 712	1 690	1 675	1 654
2 245	2 253	2 297	2 165	2 137	2 110	2 090	2 065
2 694	2 661	2 629	2 596	2 568	2 535	2 510	2 481
3 143	3 102	3 067	3 031	2 996	2 958	2 928	2 895
3 592	3 547	3 505	3 464	3 420	3 376	3 346	3 308
4 041	3 991	3 943	3 897	3 448	3 800	3 775	3 722
4 490	4 434	4 381	4 329	4 280	4 223	4 182	4 135
4 939	4 875	4 820	4 763	4 705	4 648	4 600	4 550
5 388	5 321	5 258	5 196	5 135	5 076	5 019	4 962
5 837	5 764	5 696	5 629	5 563	5 499	5 438	5 376
6 286	6 208	6 134	6 062	5 992	5 922	5 856	5 790
6 735	6 652	6 570	6 495	6 413	6 345	6 276	6 210
7 184	7 096	7 008	6 928	6 840	6 768	6 696	6 616
8 082	7 983	7 884	7 794	7 695	7 613	7 530	7 430
9 000	8 850	8 750	8 650	8 550	8 450	8 350	8 250
10 776	10 644	10 512	10 392	10 260	10 140	10 020	9 900
13 470	13 305	13 140	12 990	12 810	12 690	12 550	12 400
17 960	17 740	17 520	17 320	17 120	16 900	16 750	16 550
22 450	22 175	21 900	21 625	21 370	21 100	20 900	20 650

Tabelle
für den Wattverbrauch und Wirkungsgrad von Elektromotoren.

	Wirkungsgrad in Prozenten							
	90	91	92	93	94	95	96	97
PS.	Wattverbrauch							
1	820	810	800	791	780	775	769	758
1,5	1 227	1 214	1 200	1 187	1 175	1 163	1 150	1 139
2	1 636	1 618	1 600	1 583	1 566	1 550	1 534	1 518
2,5	2 045	2 025	2 000	1 979	1 958	1 937	1 917	1 897
3	2 451	2 427	2 400	2 396	2 348	2 325	2 300	2 277
3,5	2 870	2 831	2 800	2 771	2 741	2 713	2 684	2 656
4	3 272	3 236	3 200	3 166	3 132	3 099	3 067	3 031
4,5	3 680	3 647	3 600	3 562	3 523	3 487	3 450	3 415
5	4 090	4 044	4 000	3 957	3 913	3 874	3 874	3 794
5,5	4 490	4 450	4 400	4 353	4 307	4 262	4 217	4 174
6	4 907	4 853	4 800	4 748	4 698	4 649	4 600	4 553
6,5	5 316	5 258	5 200	5 145	5 090	5 036	4 983	4 934
7	5 740	5 662	5 600	5 542	5 482	5 426	5 368	5 312
7,5	6 150	6 075	6 000	5 937	5 872	5 814	5 753	5 691
8	6 560	6 480	6 400	6 362	6 262	6 202	6 138	6 070
9	7 380	7 290	7 200	7 123	7 042	6 977	6 907	6 828
10	8 200	8 100	8 000	7 910	7 800	7 750	7 690	7 580
12	9 840	9 720	9 600	9 492	9 360	9 300	9 228	9 096
15	12 300	12 150	12 000	11 870	11 700	11 630	11 500	11 390
20	16 400	16 200	16 000	15 830	15 660	15 500	15 340	15 180
25	20 500	20 250	20 000	19 790	19 580	19 370	19 170	18 970

Tabelle
der Stromstärke in Ampère für Elektromotore.

PS.	Wirkungsgrad in Prozenten	Spannung in Volt 65	110	220	440
		Stromstärke in Ampère			
1	75		8,9	4,5	
1,5	78		13	6,5	
2	79	28,7	17	8.5	4,25
2,5	79	35,8	21	10,6	5,3
3	80	42,5	25,1	12,6	6,3
3,5	80	49,6	29,3	14.7	7,4
4	80	56,6	33,5	16,8	8,7
4,5	81	66	37,6	18,8	9,3
5	81	69,1	41.3	20 6	10.3
5,5	81	76,9	45,4	22,6	11,4
6	81	83,9	49,5	24,6	12,4
6,5	81	90	55.3	27	13,5
7	82	96,7	57,3	28,6	14,3
7,5	82	103,6	61,1	30,6	15,3
8	82	115,4	65,3	32,7	16,4
8,5	82	119,4	69,4	34,7	17,4
9	83	122,6	72,5	36,3	18,2
10	84	135	79,7	39.8	20
12	86	158	93,4	46,7	23,4
15	86	197,3	116,7	58,4	29,2
20	86	263	155,7	78	39
25	87	325,4	192,3	96,2	48,1

Ta

der Widerstände von Nickelin, Rheotan,

Durchmesser mm	Querschnitt qmm	Abgerundet. Widerstand pro 1 m Draht Nickelin Ω	Rheotan Ω	Extra-Prima Ω	Durchmesser mm	Querschnitt qmm	Abgerundet. Widerstand pro 1 m Draht Nickelin Ω	Rheotan Ω	Extra-Prima Ω
0,10	0,008	51	60	38	1,1	0,950	0,42	0,50	0,32
0,15	0,018	22	26	17	1,2	1,131	0,35	0,42	0,26
0,20	0,031	13	15	10	1,3	1,328	0,30	0,35	0,23
0,25	0,049	8	9,5	6	1,4	1,539	0,26	0,31	0,20
0,30	0,071	5,6	6,7	4,2	1,5	1,767	0.23	0,27	0,17
0,35	0,096	4,1	4,9	3,1	1,6	2,009	0,199	0,235	0,149
0,40	0,126	3,2	3,7	2,4	1,7	2,270	0,176	0,208	0,132
0,45	0,159	2,5	2,9	1,9	1,8	2,545	0.157	0,186	0,118
0,50	0,196	2,0	2,4	1,5	1,9	2,835	0,141	0,167	0,106
0,55	0,238	1,68	1,99	1,26	2,0	3,141	0,127	0,150	0,095
0,60	0,283	1,41	1,67	1,06	2,1	3,464	0,115	0,137	0,086
0,65	0,332	1,20	1,42	0,90	2,2	3,801	0,105	0,124	0,079
0,70	0,385	1,04	1,23	0,78	2,3	4,155	0,096	0,114	0,072
0,75	0,442	0,90	1,07	0,68	2,4	4,524	0,088	0,105	0,066
0,80	0,503	0,79	0,94	0,59	2,5	4,909	0,081	0,096	0,061
0,85	0,568	0,70	0,83	0,53	2,6	5,309	0,075	0,089	0,056
0,90	0,636	0,63	0,74	0,47	2,7	5,725	0,070	0,082	0,053
0,95	0,709	0,56	0,66	0,42	2,8	6,158	0,065	0,077	0,049
1,00	0,785	0,51	0,60	0,38	2,9	6,605	0,061	0,072	0,046
					3,0	7,069	0,057	0,067	0,043

belle

Extra-Prima nach Dr. Geitner.

Nickelinstreifen 0,3 mm stark			Nickelindraht	
Breite mm	Widerstand pro 1 m Länge Ω	Maximal-Belastung Ampère	Durch-messer mm	Maximal-Belastung Ampère
10	0,133	40	0,2	1,5
15	0,0889	60	0,4	3,0
20	0,0667	80	0,6	5,0
25	0,0553	95	0,8	7,0
30	0,0444	110	1,0	10,0
35	0,0381	130	1,25	15,0
40	0,0333	145	1,50	23,0
45	0,0296	160	1,75	30,0
50	0,0267	175	2,00	38,0

Vorstehende Maximalbelastungen sind so bemessen, dass die Widerstände bei normalen Abkühlungsverhältnissen nicht bis zum Glühen kommen. Ein Durchschmelzen erfolgt erst bei der 2—3fachen Stromstärke. Die Verbindung mehrerer Streifen erfolgt durch Hartlöten oder durch Verschraubung.

Widerstand pro 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt:

Nickelin	Rheotan	Extra Prima
0,40	0,473	0,300

Temperatur Coefficient pro 1 Grad Celsius

+ 0,022%	+ 0,023%	+ 0,035%

vom Anfangswert.

Berechnung des Nutzeffektes von Akkumulatoren.

Der Nutzeffekt einer Akkumulatorenbatterie berechnet sich entweder:

I. aus der Elektrizitätsmenge in Ampèrestunden,

II. aus der elektrischen Arbeit in Wattstunden.

Beispiel zu I: Wie gross ist der Nutzeffekt einer Batterie, wenn dieselbe mit 450 Ampèrestunden geladen und mit 405 Ampèrestunden entladen wird?

Auflösung:

$$\frac{\text{Entladung mit 405 Ampèrestunden}}{\text{Ladung mit 450 Ampèrestunden}} = 0{,}90, \text{ d. h. 90 Proz.}$$

Beispiel zu II: Wie gross ist der Nutzeffekt einer Batterie, wenn dieselbe mit 650 Wattstunden geladen und mit 560 Wattstunden entladen wird?

Auflösung:

$$\frac{\text{Entladung mit 560 Wattstunden}}{\text{Ladung mit 650 Wattstunden}} = 0{,}86, \text{ d. h. 86 Prozent.}$$

Der Durchschnitt des Nutzeffektes einer Akkumulatorenbatterie stellt sich auf etwa 80 %.

Berechnung der erforderlichen Zellen einer Akkumulatorenbatterie.

Die erforderliche Anzahl von Zellen einer Batterie wird durch die festgesetzte Endzahl von 1,83 Volt pro Zelle bestimmt.

Die Spannung einer Zelle beträgt 1,83 Volt.

Die Kapazitätsgrenze einer Zelle beträgt 2,75 Volt.

Beispiel: Eine Akkumulatorenbatterie soll für eine Betriebsspannung von 65 Volt projektiert werden, wieviel Zellen sind hierfür erforderlich?

Auflösung:

$$\frac{\text{Betriebsspannung } 65 \text{ Volt}}{\text{Spannung pro Zelle } 1{,}83 \text{ Volt}} = 36 \text{ Zellen.}$$

An der Kapazitätsgrenze der Ladung beträgt die Spannung einer Zelle 2,75 Volt, demnach stellt sich die maximale oder höchste Ladespannung einer Batterie für 65 Volt mit 36 Zellen auf

36 Zellen × 2,75 Volt = 99 Volt.

Die Spannung der Dynamo muss sich für die Ladung der Batterie demnach auf 99 Volt erhöhen lassen.

Tabelle
für die erforderliche Anzahl von Zellen und die höchste Ladespannung von Akkumulatoren.

Betriebsspannung	Anzahl der Zellen	Höchste Ladespannung
65 Volt	36 Stück	99 Volt
110 „	60 „	162 „
120 „	66 „	178 „
220 „	120 „	324 „

Berechnung der Leistung einer Akkumulatorenbatterie in Wattstunden.

Die Leistung oder elektrische Arbeit einer Akkumulatorenbatterie in Wattstunden berechnet sich aus:

Entladestromstärke in Ampère mal Zeit der Entladung in Stunden mal mittlere Spannung einer Zelle während der Entladung (ca. 1,8 Volt).

Beispiel: Wie gross ist die Leistungsfähigkeit einer Akkumulatorenbatterie in Wattstunden, wenn:

die Entladungsstärke 25 Ampère beträgt;
die Entladung in 4 Stunden geschehen soll;
die mittlere Spannung einer Zelle 1,8 Volt beträgt.

Auflösung:

Entladestromstärke		Zeit der Entladung		Spannung einer Zelle
25 Ampère	×	4 Stunden	×	1,8 Volt

= 180 Wattstunden.

Berechnung der Grösse einer Akkumulatorenbatterie in Ampèrestunden.

Die erforderliche Grösse einer Akkumulatorenbatterie stellt man fest durch Dividieren der maximalen Stromstärke in die Ampèrestunden.

Beispiel: Für eine Beleuchtungsanlage von 110 Volt Spannung sollen mittels der Akkumulatorenbatterie gespeist werden

50 Glühlamp. à 0,5 Amp.	= 25 Amp. à 5 St.	= 125 Amp.-St.
4 Bogenlp. à 10 Amp.	= 20 Amp. à 5 St.	= 100 Amp.-St.
	Summa 45 Amp.,	225 Amp.-St.

Es ist nun die Summe der maximalen Stromstärke in die Ampèrestunden zu dividieren, in diesem Beispiel also

$$\frac{225 \text{ Ampèrestunden}}{45 \text{ Ampère}} = 5 \text{ Stunden.}$$

Es ist demnach eine Batterie zu wählen, die bei 5stündiger Entladung 45 Ampère giebt.

Berechnung der Kontaktzahl an Zellenschalter.

Die Anzahl der Kontakte an Zellenschalter berechnet sich wie folgt:

Bei Beginn der Entladung beträgt die Spannung einer Zelle etwa 2,7 Volt. Das ergiebt z. B. für eine 65 Voltanlage mit 36 Elementen:

$$36 \text{ Elemente} \times 2{,}7 \text{ Volt} = \text{rund } 97 \text{ Volt.}$$

Die Anzahl der erforderlichen Abschaltzellen beträgt demnach:

$$\frac{97 \text{ Volt} - 65 \text{ Volt Betriebsspannung} = 32}{\text{Entladespannung einer Zelle} = 2{,}7} = \text{rund } 12 \text{ Zellen.}$$

Der Zellenschalter ist demnach mit **12 Kontakten** auszurüsten. Bei 220 oder 440 Voltanlagen ist es von Vorteil um an Kontakten und an Leitungen des Zellenschalters zu sparen, einen Teil der Zellen zu je zweien anzuordnen.

Beispiel: Bei einer Batterie von 220 Volt und 120 Zellen müssen gegen Ende der Ladung

$$120 \text{ Zellen} - \frac{220 \text{ Volt}}{2{,}75 \text{ Volt}} = 38 \text{ Zellen}$$

abschaltbar sein. Der Zellenschalter müsste demnach 38 Kontakte erhalten. Da die eigentliche Entladung erst bei

$$120 - \frac{220 \text{ Volt}}{1{,}96 \text{ Volt}} = 8 \text{ Zellen,}$$

also bei der 8. Zelle beginnt, so sind diese 8 Zellen einfach zu schalten und der Rest von 30 Zellen zu je zweien anzuordnen. Der Zellenschalter erhält demnach

$$8 + 15 = 23 \text{ Kontakte.}$$



Tabelle

über die Anzahl der Kontakte an Zellenschaltern.

Betriebs-spannung	Anzahl der Elemente	Höchste Lade-spannung	Anzahl der Kontakte für den Zellenschalter Doppel- Zellenschalter	Einfach- Zellenschalter
65 Volt	36	97 Volt	12	6
110 „	60	162 „	19	8
120 „	66	178 „	22	9
220 „	120	324 „	38	18

Tabelle

für den Durchmesser von Abschmelzdrähten für Silberstöpsel.

Ampère	Volt	Durch-messer in mm	Ampère	Volt	Durch-messer in mm
1—1,5	250	0,06	1	550	0,07
2	250	0,09	2	550	0,10
3	250	0.11	3	550	0,12
4	250	0,15	4	550	0.13
5	250	0,18	5	550	0,17
6	250	0,19	6	550	0,19
10	250	0,28	10	550	0,30
15	250	0,34	15	550	0,34
20	250	0,43	20	550	0,48
25	250	0,48	25	550	0,50

Tabelle

für den Durchmesser von Abschmelzdrähten für Silberstreifen bis 550 Volt.

Ampère	20	30	40	50	60	70	80	100
Durchmesser in mm	0,6	0,7	0,85	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Anmerkung: Abschmelzstromstärke = 2 × Normalstromstärke in ca. 45—90 Sekunden.

Raumtabelle
der gebräuchlichsten Batterietypen von 60 Elementen.

Garantierte Kapazität in Ampèrestunden	Höchste Stromstärke in Ampère bei 3 stündiger Entladung	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Garantierte Kapazität in Ampèrestunden	Höchste Stromstärke in Ampère bei 3 stündiger Entladung	Länge mm	Breite mm	Höhe mm
I. Etagengestelle.									
18	6	2 520	1 700	2 000	180	60	5 180	1 860	2 500
36	12	3 270	1 700	2 000	216	72	5 180	1 900	2 500
54	18	4 020	1 700	2 000	252	84	5 180	1 900	2 500
72	24	4 020	1 700	2 000	288	96	5 180	2 000	2 500
90	30	5 040	1 720	2 000	324	108	5 180	2 100	2 500
108	36	5 040	1 820	2 000	360	120	5 180	2 180	2 500
126	42	5 040	1 820	2 000	396	132	5 180	2 180	2 500
144	48	5 180	1 860	2 500					
II. Bodengestelle.									
18	6	3 070	2 530	2 000	567	189	6 635	4 260	2 100
36	12	4 070	2 530	2 000	648	216	6 635	4 260	2 100
54	18	5 070	2 530	2 000	729	243	6 810	4 950	2 200
72	24	5 070	2 530	2 000	810	270	6 810	5 155	2 200
90	30	6 435	2 540	2 000	891	297	6 810	5 330	2 200
108	36	6 435	2 590	2 000	972	324	6 810	5 500	2 200
126	42	6 435	2 590	2 000	1 053	351	8 300	6 400	2 200
144	48	5 175	2 660	2 000	1 134	378	8 300	6 535	2 200
180	60	5 175	2 860	2 000	1 215	405	8 300	6 700	2 200
216	72	5 175	3 030	2 000	1 296	432	8 300	6 870	2 200
252	84	5 175	3 030	2 000	1 377	459	8 300	7 120	2 200
288	96	5 175	3 220	2 000	1 458	486	8 300	7 400	2 200
324	108	5 175	3 400	2 000	1 539	513	8 300	7 640	2 200
360	120	5 175	3 550	2 000	1 620	540	8 300	7 920	2 200
396	132	5 175	3 550	2 000	1 701	567	8 300	8 160	2 200
486	162	6 635	4 010	2 100					

Bezeichnung der Pole.

An Dynamomaschinen, Akkumulatoren und Elementen ist derjenige Pol positiv, von welchem der Strom ausgehend den äusseren Stromkreis durchfliesst.

Der entgegengesetzte Pol heisst der negative.

Den positiven Pol bezeichnet man mit + plus.

Den negativen Pol mit — minus.

Den neutralen Leiter bei Dreileiteranlagen mit 0.

Der Kohle- oder Kupferpol bei Elementen ist positiv + (plus).

Der Zinkpol negativ — (minus).

Bei dem Polreagenz-Papier von Wilke kennzeichnet sich der Minuspol — durch einen roten Fleck.

Bei Lackmuspapier kennzeichnet sich der + Pol durch einen roten Fleck.

Bei dem mit Jodkalium-Lösung getränkten Papier hinterlässt der Pluspol + eine schwarze Färbung.

Bei Feststellung der Pole in verdünnter Schwefelsäure = 9 Teile Wasser und 1 Teil Schwefelsäure kennzeichnet sich der Minuspol — durch eine starke Gasentwickelung und der Pluspol + durch Ansetzen einer schwarzen Kupferoxydschicht am Drahtende.

Tabelle
für Gasgewinde.

Bezeichnung nach Zoll	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
LichteRohrweite in mm	3,2	6,5	9,5	12,5	15,88	19	25,4	32	38,5	44,5	50,8
Aeusserer Durchm. in mm	10,5	13	16	20,5	23,02	26	32	41	47	54	60
Tiefe der Schraubengänge in mm	0,58	0,8	0,8	1	1,17	1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Anzahl der Gänge auf 1 cm	7,2	7,5	7,5	5,5	5,5	5,5	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33

Tabelle
über Reflexionsvermögen verschiedener Oberflächen
nach Dr. Sumpner.

Weisses Löschpapier	82 %
Gewöhnliches Schreibpapier	70 „
Zeitungspapier	50—70 %
Gelbe Tapete	40 %
Blaue Tapete	25 „
Tiefschokoladenfarbene Tapete . . .	4 „
Braune Tapete	13 „
Reine Holzbekleidung	40—50 %
Schmutzige Holzbekleidung	20 %
Gelbgetünchte Wand (rein)	40 „
„ „ (schmutzig) . .	20 „
Schwarzes Tuch	1,2 „
Schwarzer Sammet	0,4 „

Teil II.

Kalkulationsbuch.

Drahtmaterialien.

I. Blanke Kupferleitungen.

Verbandsvorschriften: Geringster zulässiger Querschnitt für Innenräume 4 qmm.

Für freie Leitungen 6 qmm.

Verlegungsart Isolierglocken.

Abstände voneinander bei Spannweiten von
1 bis 4 m 10 cm
4 „ 6 „ 15 „
über 6 „ 20 „ mindestens.

Abstände von der Wand oder Gebäudeteilen mindestens 10 cm.

Blanke Leitungen sind gegen zufällige Berührung zu schützen.

Entfernung von der Erdoberfläche mindestens 5 m.

Preis-Tabelle
für blanke Kupferleitungen.

I. Massive blanke Kupferleitungen.

Kupferquerschnitt in qmm	Durchmesser in mm	Zahl der Drähte	Gewicht von 100 m in kg	Preis pro 100 m verzinnt Brutto M.	Preis pro 100 m verzinnt Netto M.	Preis pro 100 m verzinnt im Durchschnitt M.
4	2,26	1	3,6			
6	2,77	1	5,4			
10	3,57	1	9,0			
16	4,52	1	14,3			
25	5,65	1	23,0			
35	6,68	1	32,0			
50	7,98	1	45,0			

II. Litzenförmige blanke Kupferleitungen.

Kupfer-querschnitt in qmm	Durchmesser in mm	Zahl der Drähte	Durchmesser jedes Drahtes	Gewicht von 100 m in kg	Preis von 100 m verzinnt		
					Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.
16	5,1	7	1,70	14,8			
25	6,5	19	1,30	23			
35	7,7	19	1,53	32			
50	9,2	19	1,83	46			
70	10,9	19	2,17	65			
95	12,6	19	2,52	88			
120	14,5	19	2,84	120			
150	15,8	19	3,19	138			

Gummiband- und Gummiaderleitungen.

Verbandsvorschriften: Geringster zulässiger Querschnitt für Verlegung 1 qmm.

An und in Beleuchtungskörpern 0,75 qmm.

Für Freileitungen 6 qmm.

Verlegungsart: Isolatoren, Rollen, Ringe, Klemmen aus Porzellan.

Isolierröhren mit Messingüberzug, Hartgummiröhren, Stahlpanzer und eisenarmiertes Rohr.

Verwendung von Holzleisten ausgeschlossen.

Abstand der Leitungen von der Wand oder Gebäudeteilen 10 cm. Entfernung der Rollen, Klemmen etc. voneinander längs der Wand 80 cm.

Deckenübergänge dürfen grössere Abstände haben.

Isolatoren sind nur in aufrechter Stellung anzubringen.

Freileitungen müssen mindestens 5 m von der Erdoberfläche entfernt und an Porzellanglocken (Isolatoren) verlegt sein.

Bei Wand- und Deckendurchführungen ist jeder Draht einzeln in einem Rohr zu verlegen (Eisenrohr mit Gummirohr, Stahlpanzerrohr).

Ueber die Fussböden muss jedes Rohr mindestens 10 cm vorstehen.

Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht zulässig.

In einem Rohr dürfen bis 3 Leitungen, jedoch von höchstens 6 qmm Querschnitt verlegt werden.

Rohre für mehr als 1 Draht müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

Massive Drähte über 25 qmm und litzenförmige Drähte über 6 qmm müssen an den Endstellen mit Kabelschuhen versehen sein.

Bei Drahteinführungen in Gebäuden muss für jede Leitung ein Einführungsrohr vorgesehen werden.

An der Aussenseite der Gebäude ist für jede Leitung eine Porzellaneinführung anzubringen.

Alle Verbindungsstellen müssen verlötet oder verschraubt sein.

Bindedrähte müssen aus verzinnten Kupferdrähten von mindestens 1 qmm Querschnitt bestehen.

Die Bindestellen der Drähte an den Rollen, Glocken etc. sind mit Isolierband zu umwickeln.

Preis-Tabelle

für Gummibandleitungen. (G B.)

Gummibandleitungen sind für Verlegung in trockene Räume bis 250 Volt zulässig.

Massiver Leiter 0,75—16 qmm Querschnitt.

Mehradrige Leiter 0,75—150 qmm Querschnitt.

Konstruktion der Gummibandleitungen laut Verbandsvorschrift:

Kupferseele feuerverzinnt — Baumwolle umgeben — Unvulkanisierten Paraband umwickelt — Umwickelung mit Baumwolle — Umklöppelung mit Baumwolle, Hanf etc. — Toleranz der Dimensionen und Gewichte 5%.

Kupfer-quer-schnitt in qmm	Gummi-gewicht in Gramm pr. 100 m	Mindestzahl der Drähte bei mehr-drähtigen Leitern	Netto-Gewicht pro 100 m in kg	Aeusserer Durch-messer ca. mm	Preis pro 100 m in Mark		
					Durch-schnitt	Brutto	Netto
0,75	120	1 (7)*	1,5	3,0	6,5		
1,00	130	1 (7)*	1,8	3,2	8		
1,5	155	1 (7)*	2,5	3,5	10		
2,5	190	1 (7)*	3,5	4,0	13		
4,0	230	1 (7)*	5,0	4,5	17		
6,0	280	1 (7)*	7,0	5,0	23		
10,0	340	1 (7)*	11,0	6,0	33		
16.0	420	1 (7)*	17,0	7,5	50		
25,0	550	7	27,0	9,5	83		
35,0	650	19	36,0	11,0	110		
50,0	800	19	54,0	12,5	160		
70,0	1000	19	71,0	14,5	230		
95,0	1200	19	95,0	16,0	280		
120,0	1400	19	119,0	18,0	340		
150,0	1550	19	147,0	19,5	420		

*) Die Preise verstehen sich für Leitungen mit eindrähtigem Leiter.

Preis-Tabelle
für Gummiaderleitungen. (G A.)

Gummiaderleitungen sind für feste Verlegung bis 1000 Volt zulässig.

Für Anschlüsse beweglicher stromverbrauchender Apparate etc. bis 500 Volt.

Massiver Leiter 0,75—16 qmm Querschnitt.

Mehrdrähtiger Leiter 0,75—1000 qm Querschnitt.

Konstruktion der Gummiaderleitungen laut Verbandsvorschrift. Kupferseele feuerverzinnt — Wasserdichte vulkanisierte Gummihülle — Gummiertes Band — Umklöppelung mit Baumwolle, Hanf etc. — Toleranz der Dimensionen 5%.

Kupfer-querschnitt in qmm	Wandstärke der Gummihülle höchst. mm	Wandstärke der Gummihülle mindest. mm	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigem Leiter	Netto-Gewicht pro 100 m kg	Aeusser. Durchmesser ca. mm	Preis pro 100 m in Mark Durchschnitt	Brutto	Netto
0,75	1,1	0,8	1 (7)*	3	4,3	11		
1,0	1,1	0,8	1 (7)*	3,5	4,5	14		
1,5	1,1	0,8	1 (7)*	4,0	5,0	16		
2,5	1,4	1,0	1 (7)*	5,0	5,5	22		
4,0	1,4	1,0	1 (7)*	7,0	6,0	28		
6,0	1,4	1,0	1 (7)*	9,5	6,5	35		
10,0	1,7	1,2	1 (7)*	14,0	8,0	55		
16,0	1,7	1,2	1 (7)*	20,5	9,0	75		
25.0	2,0	1,4	7	32,0	11,5	126		
35,0	2,0	1,4	19	42,0	13.0	158		
50,0	2,3	1,6	19	59,0	14,0	215		
70,0	2,3	1,6	19	84,0	17,0	310		
95,0	2,6	1,8	19	110	19,5	400		
120,0	2,6	1,8	37	135	21,0	470		
150,0	2.6	2,0	37	168	23,0	580		

*) Die Preise verstehen sich für Leitungen mit eindrähtigem Leiter.

III. Gummiband- und Gummiader-Schnüre.

Verbandsvorschriften: Geringster zulässiger Querschnitt für Verlegung 1 qmm.

Höchster zulässiger Querschnitt für Verlegung bei Gummibandschnüren 4 qmm und bei Gummiaderschnüren 6 qmm Querschnitt.

Verlegungsart: Klemmrollen (Peschelrollen), Porzellanrollen.

Abstand von der Wand oder Gebäudeteilen mindestens 10 cm.

Entfernung der Klemmrollen längs der Wand höchstens 80 cm.

Deckenübergänge können grössere Abstände haben.

Die Einzelleiter dürfen nicht aufeinander gepresst werden.

Die Schnüre mittels Bindedrähte zu befestigen ist unzulässig.

Schnurleitungen ohne besondere Trageschnur dürfen nicht zur Aufhängung von Lampen etc. benutzt werden.

In Röhren dürfen Schnurleitungen nicht verlegt werden.

Durch Decken und Wände dürfen Schnurleitungen nicht geführt werden.

Die Enden der Schnüre müssen verlötet sein.

Schnurleitungen dürfen an festverlegte Leitungen nur mittels Abzweigscheiben angeschlossen werden.

Ueber die eventuelle Verlegung von Schnurleitungen in:
Räume mit leicht entzündlichem Inhalt;
Feuergefährliche Betriebsstätten;
Explosionsgefährliche Räume;
Feuchte Räume;
Räume mit ätzenden Dämpfen;
Warenhäuser, Schaufenster

beachte der Installateur die Paragraphen 38—44 der Verbandsvorschriften.

Preis-Tabelle
für Gummiband-Schnüre. (S B.)

Für Verlegung in trockene Räume bis 125 Volt zulässig.

Die Gummibandschnüre sind nur für Querschnitte von 0,75—4 qmm zulässig.

Konstruktion der Gummibandschnüre laut Verbandsvorschrift: Kupferseele aus feuerverzinnten, miteinander verseilten Drähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser. Kupferseele mit Baumwolle umsponnen. Unvulkanisierten Paraband umwickelt. Ueberlappung der Umwickelung mindestens 2 mm. Jede einzelne Leitung umklöppelt mit Seide oder Glanzgarn etc.

Toleranz der Dimensionen und Grösse 5%.

Kupferquerschnitt in qmm	Gewicht der Parabandhülle für 1000 m einadriger unverseilter Leitung in gr.	Netto-Gewicht pro 100 m in kg	Preis pro 100 m runde Schnüre in Mark					
			Glanzgarn			Seide		
			Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
0,75	120	3	18			24		
1,0	130	3,5	22			35		
1,5	155	4,5	28			43		
2,5	190	6,5	36			55		
4,0	230	9,5	50			73		

Preis-Tabelle
für Gummiader-Schnüre. (S A.)

Für feste Verlegung bis 1000 Volt zulässig.

Für Anschluss beweglicher Apparate bis 500 Volt.

Für Gummiaderschnüre zulässige Querschnitte 0,75 bis 6 qmm.

Konstruktion der Gummiaderschnüre laut Verbandsvorschriften: Kupferseele aus feuerverzinnten, miteinander verseilten Drähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser. — Kupferseele mit Baumwolle umsponnen. — Vulkanisierte Gummihülle umgeben. — Jede Einzelleitung mit Schutzhülle umgeben (Glanzgarn, Seide etc.).

Bewegliche Leitungen für Tischlampen und andere stromverbrauchende Apparate sind ausserdem noch mit einer gemeinsamen Hülle zu umgeben (Seide, Glanzgarn, Gummischlauch etc.).

Toleranz der Dimensionen 5 %.

Kupfer-querschnitt	Wandstärke der Gummihülle		Netto-Gewicht pr. 100 m	Preis pro 100 m runde Schnüre in Mark					
				Glanzgarn			Seide		
in qmm	höchst.	mindest	in kg	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
0,75	1,1	0,8	5,5	33			47		
1,0	1,1	0,8	6	37			52		
1,5	1,1	0,8	8	45			60		
2,5	1,4	1,0	12	63			83		
4,0	1,4	1,0	17	83			111		
6,0	1,4	1,0	22	111			133		

Preis-Tabelle

für Fassungsadern — Fassungsdoppeladern und Glühlichtschnüre mit Tragelitze.

I. Fassungsadern (Bezeichnung FA.).

Für Installation von Beleuchtungskörpern.

Verbandsvorschriften: Die Fassungsader besteht aus einem massiven oder mehrdrähtigen Leiter von 0,75 qmm Kupferquerschnitt.

Konstruktion: Kupferseele feuerverzinnt und mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, deren Wandstärke 0,6 qmm betragen soll. Ueber dem Gummi befindet sich eine Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide etc., welche auch in geeigneter Weise imprägniert sein kann, und darf der äussere Durchmesser der Ader 2,7 mm nicht übersteigen.

Toleranz der Dimensionen 5 %.

Kupferquerschnitt in qmm	Wandstärke der Gummihülle in mm	Aeusserer Durchmesser in mm	Netto-Gewicht pro 100 m in kg	Preis pro 100 m in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto
0,75	0,6	2,8	1.6	8		
2×0,75	0,6	5,4	3,5	16		

II. Fassungsdoppeladern (Schnüre FA. 2).

Für Installation von Beleuchtungskörpern.

Verbandsvorschriften: Die Fassungsdoppelader besteht aus zwei nebeneinander liegenden nackten Fassungsadern (wie zuvor), welche eine gemeinsame Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material haben, das auch imprägniert sein kann.

Die äussersten Dimensionen dürfen 5,4 mm nicht übersteigen.

Toleranz der Dimensionen 5 %.

Kupferquerschnitt in mm	Wandstärke der Gummihülle in mm	Aeusserer Durchmesser in mm	Netto-Gewicht pro 100 m in kg	Preis pro 100 m in Mark Seide		
				Durchschnitt	Brutto	Netto
2×0,75	0,6	5,5	3,5	38		

III. Glühlichtschnüre mit Tragschnur.

Für Installation von Glühlampen-Schnurpendel.
Geringster zulässiger Querschnitt 0,75.
Konstruktion wie bei Gummiaderschnüren.
Verbandsvorschriften: Schnurpendel mit biegsamer Leitungsschnur sind nur dann zulässig, wenn das Gewicht der Lampe nebst Schirm von einer besonderen Trageschnur getragen wird, die mit der Schnur verflochten sein kann. Sowohl an der Aufhängestelle als auch an der Fassung müssen die Leitungsdrähte länger sein als die Trageschnur, damit kein Zug auf die Verbindungsstelle ausgeübt wird.

Kupferquerschnitt	Wandstärke der Gummihülle in mm		Netto-Gewicht pro 100 m	Preis pro 100 m in Mark. Verseilte Doppelschnüre mit Tragschnur, Glanzgarn			Preis pro 100 m in Mark. Verseilte Doppelschnüre mit Tragschnur, Seide		
in qmm	höchst.	mindest.		Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
2×0,75	1,1	0,8	3,5	26			38		

Preis-Tabelle
für Isolierband, Guttapercha, Bindedraht, Lötzinn etc.

	Preise in Mark		
	Durchschnitt	Brutto	Netto
Schwarzes Isolierband pro Kilo	5		
Graues Isolierband „ „	8		
Chatterton compound „ „ (Guttaperchakomposition)	22		
Paragummistreifen „ „	37		
Schwarze Füllmasse „ „	3		
Lötzinn „ „	4		
Verzinnter Kupferbindedraht			
1 qmm per 1000 m ca.	15		
1,5 „ „ „ „ „	22		
2.0 „ „ „ „ „	37		
2,5 „ „ „ „ „	48		

Preis-Tabelle

für Kabelschuhe — Verbindungsmuffen und T-Muffen.

Kupferquerschnitt in qmm	Preis pro Stück in Pfennigen											
	Gerade Kabelschuhe			Winkelkabelschuhe			Verbindungsmuffen			T-Muffen		
	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
4	10			10			50			70		
6	12			12			55			75		
10	15			18			60			80		
16	20			22			—			—		
25	25			30			70			110		
35	30			40			80			130		
50	35			50			90			140		
70	45			55			110			160		
95	65			70			130			180		
120	95			100			160			200		
150	150			160			200			230		

Materialien für Rohrverlegung.

Verbandsvorschriften: Papierröhren ohne Metallüberzug dürfen nicht unter Putz verlegt werden.

Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht statthaft.

Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Anzahl und Lage der Verbindungsdosen müssen so gewählt sein, dass man die Drähte leicht einziehen und entfernen kann.

Drähte, welche Wechsel- oder Mehrphasenstrom führen, müssen, wenn sie in metallenen oder metallüberzogenen Rohren liegen, so zusammengelegt werden, dass die Summe der durch das Rohr gehenden Ströme Null ist. Im übrigen ist es gestattet, drei Drähte bis zu 6 qmm. Kupferquerschnitt in ein einziges Rohr zu verlegen. Rohre für mehr als einen Draht müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

In Metallrohren, auch solchen mit Längsschlitz, ohne isolierende Auskleidung müssen die Drähte mindestens nach § 7c (Gummiaderdrähte) isoliert sein.

Die Rohre sind so herzurichten, dass die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

Die Rohre sind so zu verlegen, dass sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

Sonderbestimmungen einzelner Elektrizitätswerke: Zur Befestigung der Rohre bei Verlegung unter Putz sind Eisendrahtbefestigungen nicht zulässig. Die Befestigung hat nur durch Rohrschellen oder

mittels Mörtel mit wenig Gips vermengt zu geschehen.

Die Befestigung der Rohre bei offener Verlegung an Steinwänden soll nur mittels Rohrschellen und Eisendübel (keine Holzdübel) ausgeführt werden.

Die Rohrschellen dürfen nicht durch Nägel, Drahtstifte etc. befestigt werden, sondern müssen mittels Schrauben angeschraubt sein.

Auf je 18 m Rohrleitung soll mindestens eine Abzweigdose angebracht werden.

Bei offener Rohrverlegung sollen die Abstände der Rohrschellen 50 cm nicht übersteigen.

Im Freien verlegte Isolierrohre mit Metallüberzug sollen mit Mennige oder Oelfarbe angestrichen sein.

Die Rohre dürfen nicht stumpf zusammengefügt sein.

Preis-Tabelle
für Hartgummiröhren.

Hartgummiröhren ohne Muffen			Preise pro 100 m in Mark			Hartgummiröhren mit Muffen			
Durchmesser innen	Durchmesser aussen	Netto-Gewicht für ca. 100 m in kg	Durchschnitt	Brutto	Netto	Netto-Gewicht für ca 100 m in kg	Preise pro 100 m in Mark: Durchschnitt	Brutto	Netto
7	10	6,5	18			7	19		
10	13	8,7	23			9,5	25		
15	18	13	36			14	38		
20	23	22	60			23	63		
25	28	33	90			34	92		
30	35	39	106			40	109		
40	45	56	152			57	154		

Zubehörteile	Preise pro Stück in Pf. Durchschn.	Brutto	Netto
Abzweigdosen mit Deckel für 7—13 mm Rohr .	70		
Abzweigdosen mit Deckel für 15—25 mm Rohr .	100		
Pro Anschlussloch und Stutzen extra	10		
Abzweigscheiben aus Porzellan	75		

Preis-Tabelle

für Isolierröhren mit Muffen ohne Metallüberzug.

Innerer Durchmesser in mm	7	9	11	16	23	29	36	48
	Preise pro 100 m in Mark							
Durchschnitt	20	22	25	35	42	56	90	150
Brutto								
Netto								

Preis-Tabelle

für Normal-Ellbogen.

Innerer Durchmesser in mm	7	9	11	16	23	29	36	48
	Preise pro 100 Stück in Mark							
Durchschnitt	28	30	32	38	55	60	—	—
Brutto								
Netto								

Preis-Tabelle

für Abzweigdosen mit Deckel.

Durchmesser 55 mm	Für Rohre von 9 mm	Für Rohre von 11 mm	Durchmesser 78 mm	Für Rohre von 16 mm	Abzweigkasten 95×95×45 mm	Für Rohre von 23 mm
	Preise pro 100 Stück in Mark					
Durchschnitt	95	95		95		200
Brutto						
Netto						

Preis-Tabelle
der Stahldübel für Rohrschellen.

Stahldübel für Rohrschellen:

Preis pro 100 Stück in Mark

	Durchschn.	Brutto	Netto
35 mm lang einschl. Schrauben	8.50		
50 „ „ „ „	9.50		
65 „ „ „ „	10.00		

Preis-Tabelle
für Messing-Isolierrohr.

Innerer Durchmesser in mm	7	9	11	16	23	29
	Preis pro 100 m in Mark					
Durchschnitt	30	35	38	55	78	150
Brutto						
Netto						

Preis-Tabelle
für Normal-Ellbogen mit Messingüberzug.

Durchmesser in mm	7	9	11	16	23	26
	Preis pro 100 Stück in Mark					
Durchschnitt	32	40	45	56	82	180
Brutto						
Netto						

Preis-Tabelle
für Abzweigdosen mit Messingüberzug.

	Für 9 und 11 mm Rohr	Für 16 mm Rohr
	Preis pro 100 Stück in Mark	
Durchschnitt	125	150
Brutto		
Netto		

Preis-Tabelle
für Stahlpanzerrohre, Ellbogen hierfür und Abzweigdosen.

Durchmesser in mm	Stahlpanzerrohr pro 100 m in Mark			Stahlpanzer-Ellbogen pro 100 Stück in Mark			Gusseiserne Abzweigdosen pro 100 Stück in Mark		
	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
9	68			37			160		
11	88			42			170		
16	130			57			190		
21	180			78			225		

Preis-Tabelle
für Isolierrohr und Ellbogen mit Eisenarmierung.

Durchmesser in mm	Isolierrohr mit Eisenarmierung. Preis pro 100 m in Mark			Ellbogen mit Eisenarmierung. Preis pro 100 Stück in Mark		
	Durchschnitt M.	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto	Netto
9	120			87		
11	140			120		
16	200			170		
23	250			220		
29	270			265		
36	450			370		

Preis-Tabelle
für Rohrschellen in Messing.

Preis pro 100 Stück in Mark									
Rohrschellen einfach				Rohrschellen zweif.			Rohrschellen dreif.		
Durchmesser in mm	Durchschnitt M.	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto	Netto
7	1,30			1,90			—		
9	1,40			2,10			3,60		
11	1,80			2,90			4,30		
16	3,20			4,70			6,70		
23	5,70			13,00			25,00		
29	12,00			17,00			27,00		
36	20,00			—			—		

Preis-Tabelle
der Rohrschellen für Stahlpanzerrohr.

Preis pro 100 Stück in Mark									
Rohrschellen einfach				Rohrschellen zweif.			Rohrschellen dreif.		
Durchmesser in mm	Durchschnitt M.	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto	Netto
9	1,50			2,20			3,20		
11	1,80			2,70			4,50		
16	2,30			4,50			6,80		
21	3,50			5,50			8,00		

Isolier- und Befestigungsmaterialien.

Verbandsvorschriften: Holzleisten sind verboten; Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmässig geerdeten Leitungen zulässig.

Rollen und Ringe: Isolierrollen und Ringe sollen aus Porzellan, Glas oder gleichwertigem Material bestehen. Sie müssen so geformt sein, dass die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können.

Klemmen: Klemmen müssen, soweit sie nicht für Bleikabel bestimmt sind, aus hartem Isoliermaterial oder entsprechend isoliertem Metall bestehen. Sie müssen so geformt sein, dass die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können.

Glocken: Glocken sollen nur in aufrechter Stellung bezw. wenn eine Steigung nicht zu vermeiden ist, so angebracht werden, dass sich kein Wasser an ihnen ansammeln kann.

Glocken, Rollen, Ringe und Klemmen, die zur Verlegung von Draht- und Schnurleitungen dienen,

müssen so angebracht werden, dass sie die Leitungen mindestens 10 mm von der Wand entfernt halten.

Bei Führung der Leitungen auf Rollen längs der Wand muss auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können den örtlichen Verhältnissen entsprechend grössere Abstände ausnahmsweise gewählt werden.

Preis-Tabelle
für Isolier- und Befestigungsmaterialien.

Isolatoren mit Holz- oder Steinschraube:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm		Preis pro 100 Stück in Mark		
	im Freien	in trockenen Räumen	Durchschn.	Brutto	Netto
	—	6	25		
	6	25	45		
	35	50	90		
	120	120	125		

Porzellanrollen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Preis pro 100 Stück in Mark		
		Durchschn.	Brutto	Netto
	1	1		
	1—6	1,5		
	6—16	2		
	16—35	3		
	35—70	5		
	70—95	6		

Porzellan-Eckrollen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Preis pro 100 Stück in Mark		
		Durchschn.	Brutto	Netto
	16	1,5		
	35	2		
	70	3		

Eisendübel mit Porzellanrollen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Anzahl der Rollen	Abstand der Rollen	Preis pro 100 Stück in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto
	10	2	50	15		
	35	2	50	17		
	70	2	70	25		
	95	2	70	40		
	10	3	50	20		
	35	3	50	22		
	70	3	70	35		
	90	3	70	60		

Trägerschellen mit Porzellanrollen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Anzahl der Rollen	Trägerbreite in mm	Preis pro 100 Stück in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto
	10	2	105—185	50		
	35	2	105—185	55		
	70	2	135—165	60		
	90	2	165—195	70		

Porzellan-Einführungen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Länge in mm	Innerer Durchmesser in mm	Preis pro 100 Stück in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto
	10	50	10	5		
	25	60	13	8		
	35	60	18	10		
	50	125	20	12		
	50	200	20	18		
	70	60	23	12		
	95	260	25	25		
	150	170	35	25		

Porzellan-Klemmen:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Preis pro 100 Stück in Mark		
		Durchschn.	Brutto	Netto
	1,5	3		
	2,5	3,5		
	6	5		
	16	7		
	50	9		

Porzellan-Durchführungen für Schalttafel und Wände:

No.	Höchst zulässiger Leitungsquerschnitt in qmm	Durchmesser des Loches in mm	Länge der Durchführung in mm	Aeusserer Durchmesser der Durchführung in mm	Preis pro 100 Stück in Mark		
					Durchschnitt	Brutto	Netto
	4	6	7	10	2		
	10	8	10	14	2,5		
	25	12	10	20	3		
	50	16	13	26	4		
	95	20	13	32	5		

Holzdübel zum Befestigen der Schalter, Apparate etc.:

Dübel aus Holz zum Eingipsen in mm	Preis pro 100 Stück in Mark		
	Durchschnitt	Brutto	Netto
90 × 115	1,00		
80 × 25	0,50		
22 × 22	0,50		
20 × 15	0,50		

Schalter-Materialien.

Verbandsvorschriften:

a) Alle Schalter, welche ausserhalb elektrischer Betriebsräume verwendet werden sollen, müssen Momentschalter sein, die so konstruiert sind, dass

beim Oeffnen unter normalem Betriebsstrom kein dauernder Lichtbogen entstehen kann.

b) Metallkontakte sind so zu bemessen, dass bei normalem Betriebsstrom keine ungehörige Erwärmung eintritt. Die Erwärmung gilt als ungehörig:
   1. bei Dosenschaltern, wenn die Uebertemperatur der Dose 10° Celsius überschreitet;
   2. bei Hebelausschaltern, wenn die Uebertemperatur der Kontakte 50° Celsius überschreitet.

c) Schalter ausserhalb elektrischer Betriebsräume müssen Gehäuse haben. Gehäuse, soweit sie der Berührung zugänglich sind, und Griffe müssen aus nicht leitendem Material bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht überzogen sein. Für Griffe und Kuppelungsstangen ist Holz zulässig.

d) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sind auf dem festen Teil zu vermerken.

   Ausgenommen von den Bestimmungen unter c u. d sind die Ausschalter in elektrischen Betriebsräumen, sowie diejenigen, welche im Freien in unzugänglicher Lage angebracht sind. Vergl. Verbandsv. § 23.

e) Ausschalter, welche mit Gehäusen versehen sind, müssen erkennen lassen, ob der Stromkreis geschlossen oder offen ist.

Null-Leiter und betriebsmässig geerdete Leitungen dürfen ausserhalb elektrischer Betriebsräume entweder gar nicht, oder nur zwangsläufig zusammen mit den zugehörigen Aussenleitern ausschaltbar sein.

Alle Ausschalter mit Ausnahme derjenigen in einzelnen Glühlampenstromkreisen müssen, wenn sie geöffnet werden, ihren Stromkreis spannungslos machen.

Sonderbestimmungen einzelner Elektrizitätswerke.

Bei dem Eintritt der Strassenkabel oder Freileitungen in dem Grundstück muss ein Hauptausschalter angebracht sein.

Vor jedem Elektrizitätszähler ist ein General-Ausschalter anzubringen.

Preis-Tabelle
für Ausschalter.

No. des Fabrikates	Stromstärke bei 125 Volt in Amp.	Stromstärke bei 250 Volt in Amp.	Bezeichnung der Schaltungsart	Preis pro Stück in Mark Durchschnitt	Preis pro Stück in Mark Brutto	Preis pro Stück in Mark Netto
	2	1	einpolig	1,50		
	4	2	„	2,50		
	6	4	„	3,50		
	10	6	„	4,50		
	20	10	„	5,25		
	40	20	„	6,50		
	4	2	zweipolig	2,50		
	6	4	„	3,50		
	10	6	„	4,50		
	20	10	„	5,50		
	40	20	„	6,50		
	60	30	„	10,50		
	80	40	„	12,00		
	100	50	„	20,00		
	4	2	dreipolig	3,50		
	6	4	„	4,50		
	10	6	„	5,50		
	20	10	„	7,00		
	40	20	„	9,00		
	60	30	„	19.00		
	80	40	„	25,00		

Preis-Tabelle
für Umschalter.

No. des Fabrikates	Stromstärke bei 110 Volt Amp.	Stromstärke bei 220 Volt Amp.	Bezeichnung der Schaltungsart	Preis pro Stück in Mark: Durchschnitt	Brutto	Netto
	4	2	Einpolig. Zum wechselseitig. Schalten zweier Stromkreise.	2		
	6	3		4		
	10	5		5		
	4	2	Zweipolig. Schaltungsart wie zuvor.	6		
	6	3		6,50		
	10	5		7		
	4	2	Einpolig. Zum wechselseitigen und zum Zusammenschalten zweier Stromkreise.	3		
	6	3		4,50		
	10	5		6		
	4	2	Zweipolig. Schaltungsart wie zuvor.	6		
	6	3		7,50		
	10	5		10		
	4	2	Einpolig. Z. Zusammenschalten dreier Stromkreise u. z. Ausschaltg.	5,50		
	4	2	Einpoliger Um- u. Ausschalt. f. 2 Stromkreise.	4,25		
	4	2	Einpoliger Umschalter für 2 Stromkreise ohne Ausschaltung.	2		
	6	3		4		
	4	2	Einpol. Kreuzungsschalt. für 2 Leitungen.	4		
	6	3		5		
	4	2	Einpol. Umschalter zum Ein- und Ausschalten dreier Stromkreise.	3		
	6	3		4.50		
	4	2	Einpol. Umschalter zum Parallel- und Hintereinanderschalt. zweier Stromkreise.	5,50		
	6	3		6		
	4	2	Einpol. Umschalter für drei Stromkreise ohne Ausschaltung.	3,50		
	6	3		4,50		
	4	2	Einpol. Kreuzungsschalt. für drei Leitungen (Hotelschaltung).	6		
	6	3		7,50		

Preis-Tabelle
für Schalter-Gehäuse und Unterlagbrettchen.

No. des Fabrikates	Gusseiserne Schaltergehäuse zum Einlassen in Mauerwerk	Preis pro Stück in Mark		
		Durchschnitt	Brutto	Netto
	Gehäuse aus Gusseisen zum Einlassen in Mauerwerk von 68 mm Durchmesser für Aus- und Umschalter, — Anschlussdosen bis 6 Ampère bei 220 Volt . .	0,60		
	Isolierdeckblech hierzu . . .	0,25		
	Deckel aus Glas, Marmor etc. hierzu	2,00		
	Gehäuse wie zuvor von 95 mm Durchmesser für Ausschalter. Umschalter, Anschlussdosen bis 20 Ampère bei 220 Volt . .	0,85		
	Isolierdeckblech hierzu	0,35		
	Deckel aus Glas, Marmor etc. .	3,00		

No. des Fabrikates	Durchmesser in mm	Polierte Unterlagbrettchen	Preis pro Stück in Mark		
			Durchschnitt	Brutto	Netto
	60	Unterlagbrettchen poliert	0,10		
	70	"	0,13		
	85	"	0,15		
	100	"	0,20		
	115	"	0,25		
	135	"	0,30		
	155	"	0,50		
	190	"	0,60		

Preis-Tabelle
für wasserdichte Ausschalter.

I. Schalter in gusseisernen Gehäusen.

No. des Fabrikates	Stromstärke bei 110 Volt in Amp.	Stromstärke bei 220 Volt in Amp.	Bezeichnung der Schaltungsart	Preis pro Stück in Mark: Durchschnitt	Brutto	Netto
	6	6	**Einpolig wasserdicht**	6,50		
	10	10	„ „	8,00		
	20	20	„ „	10,00		
	40	40	„ „	26,00		
	6	6	**Zweipolig wasserdicht**	7,50		
	10	10	„ „	9,00		
	20	20	„ „	11,00		
	40	40	„ „	28,00		

II. Schalter für Rohranschluss.

No. des Fabrikates	Stromstärke bei 110 Volt in Amp.	Stromstärke bei 220 Volt in Amp.	Bezeichnung der Schaltungsart	Preis pro Stück in Mark: Durchschnitt	Brutto	Netto
	6	6	**Einpolig wasserdicht**	7,00		
	10	10	„ „	8,50		
	20	20	„ „	10,00		
	6	9	**Zweipolig wasserdicht**	8,50		
	10	10	„ „	10,00		
	20	20	„ „	12,00		

6*

Preis-Tabelle

für Birnen und Druckknopf-Schalter.

No. des Fabrikates	Stromstärke bei		Bezeichnung der Schaltungsart	Preis pro Stück in Mark		
	110 Volt in Amp.	220 Volt in Amp.		Durchschnitt	Brutto	Netto
	2	1	Einpolig Druckknopfschalter	2,50		
	4	2	Einpolig Druckknopfschalter	4,00		
	6	3	Einpolig Druckknopfschalter	5,00		
	2	1	Zweipolig Druckknopfschalter	3,00		
	4	2	Zweipolig Druckknopfschalter	4,00		
	6	3	Zweipolig Druckknopfschalter	5,00		
	3	2	Einpolig Birnenschalter (Holz)	2,50		
	3	2	Einpolig Birnenschalter (Messing)	5,00		

Preis-Tabelle
für Schalthebel.

No.	Strom-stärke Amp.	Spannung Volt	Schaltungs-art	Preis pro Stück in Mark Durch-schnitt	Brutto	Netto
	25	bis 500	Einpolig	5,00		
	30	„ 500	„	7,00		
	50	„ 500	„	8,00		
	60	„ 500	„	10,00		
	80	„ 500	„	12,00		
	100	„ 500	„	14,00		
	150	„ 500	„	16,00		
	200	„ 500	„	18,00		
	25	„ 500	Zweipolig	8,00		
	30	„ 500	„	10,00		
	50	„ 500	„	12,00		
	60	„ 500	„	14,00		
	80	„ 500	„	16,00		
	100	„ 500	„	18,00		
	150	„ 500	„	22,00		
	200	„ 500	„	30,00		
	25	„ 500	Dreipolig	10.00		
	30	„ 500	„	12,00		
	50	„ 500	„	18,00		
	60	„ 500	„	20,00		
	80	„ 500	„	28,00		
	100	„ 500	„	40,00		
	150	„ 500	„	45,00		
	200	„ 500	„	48,00		

Die Preise für Hebel-Umschalter stellen sich durchschnittlich um 50% höher.

Anschlussdosen und Verbindungsstöpsel.

Verbandsvorschriften:

a) Kontaktvorrichtungen zum Anschluss beweglicher Leitungen müssen so konstruiert sein, dass sie nicht in Kontakte für höhere Stromstärken passen.

Die normale Betriebsstromstärke und Spannung sind auf dem festen und dem beweglichen Teil zu vermerken.

b) Kontaktvorrichtungen zum Anschluss beweglicher Leitungen müssen allpolig gesichert sein.

Preis-Tabelle

für Anschlussdosen und Verbindungsstöpsel.

No. des Fabrikates	Strom-stärke in Amp.	Spannung Volt	Bezeichnung	Preis pro Stück in Mark		
				Durch-schnitt	Brutto	Netto
	6	220	Anschlussdose	0,50		
	10	220	in Porzellan, zweipolig Anschlussdose	0,80		
	30	220	in Porzellan, zweipolig Anschlussdose	2,00		
	10	220	in Porzellan, zweipolig Anschlussdose	1,00		
	30	220	in Porzellan, dreipolig Anschlussdose	1,50		
	6	220	in Porzellan, dreipolig Anschlussdose	0,75		
	30	220	mit Edisongewinde Für feuchte Räume	4,00		
	6	250	Verbindungsstöpsel	1,75		
	10	250	Hartgummi, zweipolig Verbindungsstöpsel	2,00		
	30	250	Hartgummi, zweipolig Verbindungsstöpsel	3,00		
	10	250	Hartgummi, zweipolig Verbindungsstöpsel	2,50		
	30	250	Hartgummi, dreipolig Verbindungsstöpsel	3,50		

Sicherungs-Materialien.

Verbandsvorschriften:

Anbringung von Sicherungen:

a) Die neutralen oder Nullleitungen bei Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen, sowie alle betriebsmässig geerdeten und als solche gekennzeichneten Leitungen dürfen keine Sicherungen enthalten; dagegen sind alle übrigen Leitungen, welche von der Schalttafel nach den Verbrauchsstellen führen, durch Abschmelzsicherungen oder andere selbstthätige Stromunterbrecher zu schützen.

b) Mit einziger Ausnahme der Fälle e und f sind Sicherungen an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert. Ausserdem sind lösbare Kontakte im festen Teil allpolig zu sichern.

c) Bei Verjüngungsstellen und Abzweigungen kann das Anschlussleitungsstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt sein als die Hauptleitung; es ist aber in diesem Falle von entzündlichen Gegenständen feuersicher zu trennen und darf nicht aus Mehrfachleitungen hergestellt sein. Beträgt die einfache Länge mehr als 1 m, so muss das Anschlussleitungsstück bis zur Sicherung den gleichen Querschnitt haben wie die unmittelbar vorangehende Hauptleitung.

d) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung ist der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitung anzupassen.

e) Mehrere Verteilungsleitungen können eine gemeinsame Sicherung von höchstens 6 Ampère Normalstromstärke erhalten. Querschnittsverminderungen

oder Abzweigungen jenseits dieser Sicherung brauchen in diesem Falle nicht weiter gesichert zu werden. Bei grösseren Beleuchtungskörpern können ausnahmsweise gemeinsame Sicherungen für höchstens die doppelte Stromstärke zugelassen werden, wenn die Spannung nicht mehr als130 Volt beträgt.

f) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

g) Die Sicherungen sind möglichst zu centralisieren und in handlicher Höhe anzubringen.

h) Wegen Abzweigung biegsamer Leiter zum Anschluss beweglicher Lampen, Motore und Apparate siehe § 26c und oben Ansatz b.

Schmelz-Sicherungen:

a) Die Abschmelzstromstärke einer Sicherung soll das Doppelte ihrer Normalstromstärke sein. Sicherungen bis einschliesslich 50 Ampère Normalstromstärke müssen mindestens die $1^1/_4$fache Normalstromstärke dauernd tragen können; vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

b) Die Sicherungen bis zu 30 Ampère müssen so konstruiert sein, dass jede einzelne bei einem Kurzschluss mit der um $10^0/_0$ erhöhten Betriebsspannung sicher funktioniert. Zur Sicherheit der Funktion gehört, dass sie abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen und ohne gefährliche Explosionserscheinungen hervorzurufen.

c) Bei Sicherungen dürfen weiche, plastische Metalle und Legierungen nicht unmittelbar den Kontakt

vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen müssen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleich geeignetem Metall eingelötet sein.

d) Sicherungen von 6 bis 20 Ampère müssen in dem Sinne unverwechselbar sein, dass die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausgeschlossen ist.

e) Die Normalstromstärke und die Maximalspannung sind auf dem Schmelzeinsatz der Sicherung zu verzeichnen.

Preis-Tabelle
für Sicherungen.

No.	Bezeichnung	Preise in Mark		
		Durchschnitt	Brutto	Netto
	Einpol. Porzellansicherungen bis 6 Amp.	1		
	„ „ „ 15 „	1,50		
	„ „ „ 25 „	2		
	Schalttafel für 2 × 2 Leiter Abzweig bis 100 Ampère	12		
	Schalttafel für 2 × 3 Leiter Abzweig bis 100 Ampère	20		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 30 Ampère	5		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 70 Ampère	8		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 100 Ampère	12		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 200 Ampère	15		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 300 Ampère	20		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 400 Ampère	25		
	Einpolige Schalttafel für Silberstreifen bis 500 Ampère	35		

No.	Bezeichnung	Preis in Mark		
		Durchschnitt	Brutto	Netto
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 30 Ampère	10		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 50 Ampère	13		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 70 Ampère	16		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 100 Ampère	20		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 200 Ampère	25		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 300 Ampère	35		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 400 Ampère	42		
	Zweipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 500 Ampère	50		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 30 Ampère	14		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 50 Ampère	20		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 70 Ampère	25		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 100 Ampère	30		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 200 Ampère	35		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 300 Ampère	42		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 400 Ampère	52		
	Dreipolige Schalttafel für Silberstreifen bis 500 Ampère	62		

Preis-Tabelle
für Silberdrahtstöpsel und Kontaktschrauben.

Ampère	1	3	4	6	10	15	20	25
Preis der Silberstöpsel	30	30	30	30	35	35	40	40 Pf
Preis der Kontaktplatte	15	15	15	15	15	15	20	20 „

Preis-Tabelle
für Silberstreifen.

Ampère	10	20	30	40	50	60	70	80	100
Preis der Silberstreifen	20	20	25	25	30	35	40	50	60 Pf.
Ampère	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400
Preis der Silberstreifen	60	75	80	100	110	120	130	150	200	300 Pf.

Bogenlampen.

Verbandsvorschriften:

a) Bogenlampen dürfen ohne Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohleteilchen verhindern, nicht verwendet werden. Bei Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Dauerbrandlampen) sind keine besonderen Vorrichtungen hierfür erforderlich.

b) Die Bogenlampen sind gut isoliert in die Laternen (Gehänge, Armaturen) einzusetzen und diese, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

c) Lampen und Laternen müssen so gebaut sein, dass sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann, insbesondere müssen die Einführungsöffnungen für die Leitungen so beschaffen sein, dass die Isolierhüllen nicht verletzt werden und dass sie kein Wasser eindringen lassen.

d) Soweit die Zuleitungsdrähte in den Gebrauchslagen der Lampe der Berührung zugänglich sind, müssen sie isoliert sein.

e) Sollen die Zuleitungsdrähte zugleich als Aufhängevorrichtung dienen, so dürfen die Anschlussstellen der Drähte nicht durch Zug beansprucht und die Drähte nicht verdrillt werden.

Widerstände:

a) Die stromführenden Teile von Widerständen sind auf feuersicherer, gut isolierender Unterlage zu montieren und, soweit sie nicht für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu verkleiden.

b) Widerstände sind so zu bemessen, dass sie im normalen Betriebe keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen.

Preis-Tabelle
für Gleichstrom-Bogenlampen.

I. Gleichstrom-Nebenschluss-Bogenlampen.

Schaltung bei 110 Volt 2 Bogenlampen, bei 220 Volt 4 Bogenlampen.

Für Ampère	Preis der Bogenlampe			Armaturen komplett mit Glocken					
				Für Innenräume			Fürs Freie		
	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
4	45			12			16		
6	45			15			17		
8	45			20			25		
10	45			22			25		
12	50			25			30		
15	50			25			30		

Gesamtkohlenlänge 400 mm.

II. Gleichstrom-Differential-Bogenlampen.

Schaltung bei 110 Volt 2 Bogenlampen, bei 20 Volt 4 Bogenlampen.

Für Ampère	Preis der Bogenlampe			Armaturen komplett mit Glocken					
				Für Innenräume			Fürs Freie		
	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
4	58			12			16		
6	58			15			20		
8	58			20			25		
10	58			22			25		
12	65			25			30		
15	65			25			30		
20	65			25			30		

Gesamtkohlenlänge 400 mm.

III. Gleichstrom-Differential-Bogenlampen.

	Preis pro Stück in Mark Durchschnitt	Brutto	Netto
Für 3 Schaltung bei 110 Volt	60		

IV. Gleichstrom-Differential-Bogenlampen.

	Preis pro Stück in Mark Durchschnitt	Brutto	Netto
Für 5 Schaltung bei 220 Volt	60		

V. Gleichstrom-Differential-Bogenlampen.

	Preis pro Stück in Mark Durchschnitt	Brutto	Netto
Für 6 Schaltung bei 220 Volt	60		

Gesamtkohlenlänge 400 mm.

Preise der Armaturen wie unter Position II.

Preis-Tabelle
der Vorschaltwiderstände für Gleichstrombogenlampen.

Für Ampère	Für bedeckte Räume				Fürs Freie		
	Ohm	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
2	37	10			13		
3	19	10			13		
4	11,5	10			13		
6	5	10			13		
8	3.5	10			14		
10	1,9	10			14		
12	1,1	12			14		
15	0.61	13			16		
20	0.34	13			16		
25	0,25	13			18		

Preis-Tabelle
der Anlasser und Minimalausschalter für 3 bis 6 Schaltungslampen.

	Preis pro Stück in Mark		
	Durchschnitt	Brutto	Netto
Anlasser für 3 Schaltungs-Bogenlampen	30		
Anlasser für 5 Schaltungs-Bogenlampen	30		
Anlasser für 6 Schaltungs-Bogenlampen	35		
Minimal-Ausschalter für alle Schaltungsarten	28		

Preis-Tabelle
für Wechselstrom-Bogenlampen.
Wechselstrom-Differential-Bogenlampen.
Reihenschaltung bis 3 Lampen bei 50 Perioden in der Sekunde.

Ampère	Preis pro Stück in Mark			Preis der Armaturen, komplett					
				für Innenräume			für Aussenräume		
	Durch-schnitt	Brutto	Netto	Durch-schnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durch-schnitt M.	Brutto M.	Netto M,
6	56			25			27		
8	56			25			27		
10	56			25			27		
12	56			25			27		
15	65			28			32		
20	65			28			32		
25	65			28			32		

Gesamtkohlenlänge 500 mm.

Preis-Tabelle
für Zusatzwiderstände, Drosselspulen und Anlasser für Wechselstrom-Bogenlampen.

	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
Transformator und Zusatzwiderstand bei 110-120 Volt für 1 Lampe	65		
Transformator und Zusatzwiderstand bei 110-120 Volt für 2 Lampen . .	105		
Drosselspule bei 110-120 Volt für 3 Lampen	60		
Anlasser für 6 Lampen bei 220 Volt	32		

Preis-Tabelle
für Wechselstrom-Differential-Bogenlampen, mit Nebenschliesser und Ersatzwiderstand.
Reihenschaltung von beliebig vielen Lampen.

Ampère	Preis pro Stück in Mark			Preis der Armaturen					
				Für Innenräume			Fürs Freie		
	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
4	65			25			27		
6	65			25			27		
8	65			25			27		
10	65			25			27		
12	65			25			27		
15	75			28			32		
20	75			28			32		
25	75			28			32		

Preis-Tabelle
für Bogenlichtkohlen.

I. Kohlen für Nebenschluss-Differential-Bogenlampen 2 bis 4 Schaltung.

Ampère	Durchmesser ob. Dochtkohle mm	Durchmesser untere Homogene-Kohle mm	Preise pro 100 Paar Marke T			Durchmesser ob. Dochtkohle mm	Durchmesser untere Homogene-Kohle mm	Preis pro 100 Paar Marke A		
			Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.			Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
4	—	—	—			12	9	13,00		
6	14	9	11,20			14	10	15,60		
8	16	10	14,40			16	12	20,00		
10	18	12	18,20			18	13	24,20		
12	20	13	20,60			20	15	29,60		
15	21	14	23,60			21	16	33,60		
20	—	—	—			23	17	40,00		

II. Kohlen für Differential-Bogenlampen für 3, 5 und 6 Schaltung.

Ampère	Für 3 und 6 Schaltung: Durchm. obere Dochtkohle mm	Für 3 und 6 Schaltung: Durchmesser untere Homogene-Kohle mm	Preis pro 100 Paar Marke A: Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Für 5 Schaltung: Durchm. obere Dochtkohle mm	Für 5 Schaltung: Durchmesser untere Homogene-Kohle mm	Preis pro 100 Paar Marke A: Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
3	9	6	9,20			10	7	10,20		
4	11	7	10,80			12	8	12.40		
6	13	8	13,20			13	9	13,80		
7	14	9	14,60			14	10	15,60		
10	16	10	18,80			16	11	19,40		
12	18	11	22,80			18	12	23,40		
15	—	—	—			20	14	28,60		

III. Kohlen für Wechselstrom-Bogenlampen (alle Schaltungsarten).

Ampère	Durchmesser obere Dochtkohle mm	Durchmesser untere Dochtkohle mm	Preis pro 100 Paar in Mark: Durchschnitt	Brutto	Netto
4	7	8	8,60		
6	8	9	11,20		
8	9	10	12,60		
10	10	12	14,60		
12	11	13	16,00		
15	13	15	20,00		
20	15	17	26,00		
25	16	19	31,20		

Preis-Tabelle
für Bogenlampen-Zubehör.

	Preis pro Stück in Mk. Durchschn.	Brutto	Netto
Schmiedeeiserne Ausleger für Bogenlampen, einfache Ausführung . . .	15,00		
Schmiedeeiserne Ausleger für Bogenlampen, bessere Ausführung	30,00		
Kleine Seilwinden für 30 m Stahldraht 3 mm Durchmesser oder Kleine Seilwinden für 12 m Stahldraht 5 mm Durchmesser	15,00		
Grosse Seilwinden für 20 m Stahldraht 5 mm Durchmesser	20,00		
Geschmiedete Deckenhaken mit Holz oder Steinschraube	0,75		
Stahldrahtseil 3 mm Durchmesser pro m	0,20		
„ 5 „ „ „ „	0,25		
„ 7 „ „ „ „	0,50		
Deckenrollen für Stahlseil mit Stein oder Holzschraube	3,00		
Federwinden für Bogenlampen bis für ca 2,5 m hohe Räume	110,00		
Aufziehvorrichtung mit Gegengewicht .	30,00		
Aufziehvorrichtung für Anschluss im Freien	80,00		
Gusseiserne Laternenständer 6 m Lichtpunkthöhe	150,00		
Schmiedeeiserne Gittermasten 8 m Lichtpunkthöhe	210,00		
Seilschloss mit Isolierrolle für Bogenlampen	2,00		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen bis 15 Ampère à m	1,00		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen bis 20 Ampère à m	1,40		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen bis 25 Ampère à m	2,00		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen mit Tragseil bis 15 Ampère à m . . .	1,20		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen mit Tragseil bis 20 Ampère à m . . .	1,50		
Biegsame Doppelzuführungsleitungen mit Tragseil bis 30 Ampère à m . . .	2,00		

Elektromotore.

Verbandsvorschriften:

a) Dynamomaschinen, Elektromotore, rotierende Umformer u. s. w. sind so aufzustellen, dass etwaige im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Der Uebertritt höherer Spannungen in Stromkreise für niedrigere Spannung muss verhindert bezw. ungefährlich gemacht werden, z. B. durch erdende oder kurzschliessende oder abtrennende Sicherungen, oder durch dauernde Erdung geeigneter Punkte.

Preis-Tabelle
für Drehstrom-Motore mit Kurzschlussanker.

Leistung in PS.	Energie-verbrauch Kilowatt	Wirkungsgrad in %	Touren pro Minute	Preis in Mark			Gleitschienen Preis in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
1/10	0,19	38	1320	130			15		
1/8	0,39	63	1360	160			15		
3/4	0,85	65	1380	220			15		
1,0	1,00	74	1380	275			15		
1,5	1,45	76	1380	325			15		
2	1,90	78	1390	400			20		
3	2,80	80	1390	490			20		
4	3,60	82	1410	600			30		
5	4,40	83	1420	790			30		
7,5	6,60	84	1430	920			30		
10	8,70	85	1440	1100			55		

Elektromotore mit Kurzschlussanker sind der grossen Stromstösse beim Einschalten wegen nur für Leistungen bis 10 PS. und nur bei Leeranlauf zu empfehlen. Die Stromstärken der Leitungen und Ausschalter für Drehstrom-Motore mit Kurzschlussanker



sind aus dem Energieverbrauch zu berechnen, indem man diesen durch das Produkt $\sqrt{3}$ E cos φ dividiert, worin E die Klemmenspannung bedeutet und cos φ aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen ist.

Tabelle.

PS	cos φ voller Belastung	cos φ dreiviertel Belastung	cos φ halber Belastung	PS	cos φ voller Belastung	cos φ dreivierlel Belastung	cos φ halber Belastung
$^1/_{10}$	0,60	0,55	0,40	2	0,83	0,79	0,72
$^1/_3$	0,62	0,57	0,45	3	0,83	0,79	0.72
$^3/_4$	0,70	0,66	0,50	4	0,85	0,82	0,74
1	0,82	0,78	0,71	5	0,88	0,86	0,78
1,5	0,82	0,78	0,71	7,5	0,88	0,86	0,79
				10	0,90	0,88	0,81

Tabelle.

PS.	Bei voller Belastung	dreiviertel Belastung	halber Belastung	PS.	Bei voller Belastung	dreiviertel Belastung	halber Belastung
1	0,82	0,78	0,71	3	0,80	0,77	0,70
1,5	0,82	0,78	0,71	4	0,83	0,79	0,71
2	0,83	0,79	0,72	5	0,84	0,82	0,75
3	0,83	0,79	0,72	7,5	0,86	0,84	0,77
4	0,85	0,82	0,74	10	0,89	0,87	0,80
5	0,88	0,86	0,78	15	0,89	0,87	0,80
7,5	0,88	0,86	0,79				
10	0,90	0,88	0,81				
14	0,90	0,88	0,81				

Motore mit Schleifringen gewährleisten in Verbindung mit den Anlassern vollkommen stossfreies Anlassen.



Preis-Tabelle

für Gleichstrom-Motore bei 110 - Volt.

Leistung in PS.	Ampère	Wirkungsgrad in %	Touren pro Minute	Preis in Mark Durchschnitt	Preis in Mark Brutto	Preis in Mark Netto	Anlasser mit halber Last Durchschnitt M.	Anlasser mit halber Last Brutto M.	Anlasser mit halber Last Netto M.	Anlasser mit voller Last Durchschnitt M.	Anlasser mit voller Last Brutto M.	Anlasser mit voller Last Netto M.	Gleitschienen Durchschnitt M.	Gleitschienen Brutto M.	Gleitschienen Netto M.
0,25	2,7	62	1680	220			30			30			13		
0,6	5,6	72	1450	290			30			30			19		
1,0	8,9	75	1350	350			30			30			19		
1,5	13	78	1350	440			30			36			19		
2,5	21	79	1200	640			42			95			19		
3,5	29	80	1100	730			42			95			19		
4,5	38	80	1100	830			95			95			28		
6,0	49	81	1100	1040			95			115			28		
7,5	61	82	1050	1180			95			115			28		
10	80	84	1000	1450			95			205			28		
13	103	85	920	1800			115			255			50		
17	133	86	900	2200			205			355			50		
22	169	87	830	2500			205			355			90		



Preis-Tabelle
für Gleichstrom-Motore bei 220 Volt.

Leistung in PS.	Ampère	Wirkungsgrad in %	Touren pro Minute	Preis in Mark			Anlasser mit halber Last			Anlasser mit voller Last			Gleitschienen		
				Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.	Durchschnitt M.	Brutto M.	Netto M.
0,6	2,9	69	1800	315			30			30			19		
1,0	4,8	70	1700	375			30			30			19		
1,5	6,8	74	1500	470			30			36			19		
2,5	10,8	79	1200	670			42			95			28		
3,5	15	80	1100	760			42			95			28		
4,5	18,8	80	1100	870			95			95			19		
6,0	24,6	81	1100	1080			95			115			19		
7,5	30,6	82	1050	1220			95			115			28		
10,0	40	84	1000	1490			95			250			28		
13,0	51,5	85	920	1840			115			250			50		
17,0	66,5	86	900	2200			250			340			50		
22,0	86	87	830	2500			250			340			90		



Preis-Tabelle

für Gleichstrom-Motore bei 440 Volt.

Leistung in PS.	Ampère	Wirkungsgrad in %	Touren pro Minute	Preis in Mark Durchschnitt	Preis in Mark Brutto	Preis in Mark Netto	Anlasser mit halber Last Durchschnitt M.	Anlasser mit halber Last Brutto M.	Anlasser mit halber Last Netto M.	Anlasser mit voller Last Durchschnitt M.	Anlasser mit voller Last Brutto M.	Anlasser mit voller Last Netto M.	Gleitschienen Durchschnitt M.	Gleitschienen Brutto M.	Gleitschienen Netto M.
0,5	1,50	58	1800	425			30			30			19		
1,0	2,55	66	1700	530			30			30			19		
1,5	3,60	70	1300	720			30			36			28		
2,5	5 80	72	1300	800			42			95			28		
3,5	7,90	74	1300	930			95			95			19		
4,5	9,80	77	1250	1120			95			95			19		
6	12,8	78	1200	1260			95			140			28		
8	16,7	80	1140	1540			95			160			28		
11	22,4	82	1050	1880			140			—			50		
13	26,4	82	1000	2200			140			—			50		
17	33,5	84	920	2500			—			—			90		
23	45	86	800	3000			—			—			50		

Preis-Tabelle

für Drehstrom-Motore mit Schleifringen. Spannung 110—120 Volt oder 190—210 Volt.

Leistung in PS.	Energieverbrauch in Kilowatt	Wirkungsgrad in %	Touren pro Minute	Preis in Mark			Anlasser für Anlauf mit halber Last in Mark			Anlasser für Anlauf mit voller Last in Mark			Gleitschienen in Mark		
				Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto	Durchschnitt	Brutto	Netto
1	1,00	74	1380	420			60			65			15		
1,5	1,45	76	1380	450			65			65			15		
2	1,90	78	1390	490			90			95			20		
3	2,80	80	1390	570			90			120			20		
4	3,60	82	1410	695			90			120			30		
5	4,40	83	1420	840			90			125			30		
7,5	6,60	84	1430	1000			90			125			30		
10	8,70	85	1440	1150			90			125			55		
14	12,00	86	1450	1350			90			125			55		
3	2,80	79	920	850			90			95			30		
4	3,60	82	930	980			90			95			30		
5	4,40	83	940	1130			90			95			55		
7,5	6,60	84	940	1220			90			125			55		
10	8,70	85	950	1450			90			125			55		
15	13,00	85	950	1600			140			300			55		

Vorschriften

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen.

1. Niederspannungsanlagen.

Inhalts-Verzeichnis.

Anhang:

Normalien des V. D. E.

Die hierunter stehenden Vorschriften gelten für elektrische Starkstromanlagen beziehungsweise diejenigen Teile derselben, deren effektive Gebrauchsspannung zwischen irgend zwei gegen Erde isolierten Leitungen 500 Volt nicht überschreitet und bei denen gleichzeitig die effektive Spannung zwischen irgend einer Leitung und Erde 250 Volt nicht überschreiten kann; ausgenommen sind jedoch unterirdische Leitungsnetze, elektrische Bahnen und elektrochemische Betriebsapparate. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung massgebend.

A. Allgemeines.

§ 1.

Pläne.

Für jede Starkstromanlage soll bei Fertigstellung ein Plan und ein Schaltungsschema hergestellt werden.

Der Plan soll enthalten:

a) Bezeichnung der Räume nach Lage und Verwendung. Besonders hervorzuheben sind feuchte oder durchtränkte Räume und solche, in welchen ätzende oder leicht entzündliche Stoffe oder explosible Gase vorkommen.

b) Lage, Querschnitt und Isolierungsart der Leitungen. Der Querschnitt wird in Quadratmillimetern ausgedrückt neben die Leitungslinien gesetzt. Die Isolierungsart wird durch die unten angeführten Buchstaben bezeichnet.

c) Art der Verlegung (Isolierglocken, Rollen, Ringe, Rohre etc.); hierfür sind ebenfalls nachstehende Bezeichnungen angegeben.

d) Lage der Apparate und Sicherungen.

e) Lage und Art der Lampen, Elektromotoren und sonstigen Stromverbraucher.

Das Schaltungsschema soll enthalten:

Querschnitte der Hauptleitungen und Abzweigungen von den Schalttafeln mit Angabe der Belastung in Ampère.

Bei elektrischen Betriebsanlagen ist auch das Schaltungsschema der Stromerzeugungsanlage beizulegen.

Die Vorschriften dieses Paragraphen gelten auch für alle Abänderungen und Erweiterungen.

Der Plan und das Schaltungsschema sind von dem Besitzer der Anlage aufzubewahren.

Für die Pläne und Schemata sind folgende Bezeichnungen anzuwenden:

× = Feste Glühlampe.

~× = Bewegliche Glühlampe.

⊗ 5 = Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).

~⊗ 3 = Beweglicher Lampenträger mit Lampenzahl (3).

Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Kerzenstärke, sowie für Fassungen mit und ohne Hahn.

◎ 6 = Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (6) in Ampère.

10 = Dynamomaschine bezw. Elektromotor jeder Stromart mit Angabe der höchsten zulässigen Beanspruchung in Kilowatt.

= Akkumulatoren.

= Wandfassung, Anschlufsdose.

6 6 6 = Einpoliger, zweipoliger bezw. dreipoliger Ausschalter mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (6) in Ampère.

3 = Umschalter, desgl.

= Sicherung (an der Abzweigstelle).

⊠ 10 = Widerstand, Heizapparate und dergl. mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (10) in Ampère.

~⊠ 10 = Dergl.; beweglich angeschlossen.

7,5 = Transformator mit Angabe der Leistung in Kilowatt (7,5).

= Drosselspule.

= Blitzschutzvorrichtung.

= Zweileiter- bezw. Dreileiter- oder Drehstromzähler mit Angabe des Messbereichs in Kilowatt (5 bezw. 20).

= Zweileiterschalttafel.

= Dreileiterschalttafel oder Schalttafel für mehrphasigen Wechselstrom.

= Einzelleitung.

= Hin- und Rückleitung.

= Dreileiter- oder Drehstromleitung.

—·—·—·— = Fest verlegte Mehrfachleitung jeder Art.

= Nach oben führende Steigleitung.

= Nach unten führende Steigleitung.

BC Blanker Kupferdraht.
BE Blanker Eisendraht.
GB Gummibanddraht nach § 7b.
GA Gummiaderdraht nach § 7c.
MB Mehrfach-Gummibandleitung nach § 7d.
MA Mehrfach-Gummiaderleitung nach § 7d.
PA Panzerader nach § 7e oder § 8d.
FA Fassungsader nach § 7g.
SB Gummibandschnur nach § 8a.
SA Gummiaderschnur nach § 8b.
KB Kabel nach § 9a.
KA Kabel nach § 9b.
KE Kabel nach § 9c.
(g) Verlegung auf Isolierglocken nach § 29a.
(r) Verlegung auf Rollen oder Ringen nach § 29.
(k) Verlegung auf Klemmen nach § 29.
(o) Verlegung in Rohren nach § 30.

§ 2.

Isolation.

a) Vor Inbetriebsetzung einer Anlage ist durch Isolationsprüfung, womöglich mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 V., festzustellen, ob Isolationsfehler vorhanden sind.

Das Gleiche gilt von jeder Erweiterung der Anlage.

b) Bei diesen Messungen muss nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und der Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedenen Potentiales gegen einander gemessen werden; hierbei müssen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motore oder andere Strom verbrauchenden Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen, alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise dürfen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die möglichst nahe der Mitte zu wählen ist. Dabei müssen die Isolationswiderstände den Bedingungen des Absatzes d genügen.

c) Bei Isolationsmessung durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn möglich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden, und die Messung soll erst erfolgen, nachdem die Leitung während einer Minute der Spannung ausgesetzt war.

d) Der Isolationszustand einer Anlage soll derart sein, dass der Stromverlust auf jeder Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei der Betriebsspannung ein Milliampère nicht überschreitet. Der Isolationswert einer derartigen

Leitungsstrecke muss hiernach wenigstens betragen:

100 Ohm multipliziert mit der Voltzahl der Betriebsspannung (z. B. 220 000 Ohm für 220 Volt Betriebsspannung).

e) Diejenigen Teile von Anlagen, welche in feuchten Räumen, z. B. in Brauereien, Färbereien, Gerbereien etc. installiert sind, brauchen der Vorschrift des Absatzes d nicht zu genügen. Wo aber eine grössere Anlage feuchte Teile enthält, müssen dieselben bei der Messung nach b und c abgeschaltet sein und die trockenen Teile müssen der Vorschrift unter d genügen.

f) Der Isolationswiderstand von Freileitungen muss bei feuchtem Wetter mindestens 20 000 Ohm für das Kilometer einfacher Länge betragen.

§ 3.

Definitionen.

a) Erdung. Einen Gegenstand im Sinne dieser Vorschriften erden heisst, ihn mit der Erde derart leitend verbinden, dass er eine für unisoliert stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann.

b) Feuersichere Gegenstände. Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt.

c) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen ausserhalb von Gebäuden, die weder metallische Umhüllung, noch Schutzverkleidung haben. Schutznetze und Schutzdrähte gelten nicht als Verkleidung.

d) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zur

Erzeugung, Umformung oder Verteilung elektrischer Ströme dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind.

e) Betriebsstätten. Im Gegensatze zu den elektrischen Betriebsräumen werden als Betriebsstätten alle diejenigen Räume bezeichnet, in welchen andere als elektrische Betriebsarbeiten normalerweise vorgenommen werden.

f) Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume gelten Räume, in welchen leicht entzündliche Gegenstände erzeugt oder angehäuft werden.

g) Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosible Stoffe aufgespeichert werden, oder in denen sich betriebsmässig explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern bilden oder anhäufen können.

B. Beschaffenheit des zu verwendenden Materials.

§ 4.

Schalt- und Verteilungstafeln.

a) Für den Aufbau von Schalt- und Verteilungstafeln ist Holz nur als Konstruktionsmaterial, nicht aber als isolierende Unterlage zulässig. Sicherungen, Schalter und alle Apparate, in denen betriebsmässig Stromunterbrechung stattfindet, müssen derart angeordnet sein, dass etwa im Betriebe der elektrischen

Einrichtungen auftretende Feuererscheinungen benachbarte brennbare Stoffe nicht entzünden und keine Kurz- oder Erdschlüsse herbeiführen können.

b) Bei Schalttafeln, die betriebsmässig auf der Rückseite zugänglich sein müssen, darf die Entfernung zwischen ungeschützten stromführenden Teilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand nicht weniger als 1 m betragen. Sind an der letzteren ungeschützte stromführende Teile in erreichbarer Höhe vorhanden, so muss die horizontale Entfernung bis zu denselben 2 m betragen und der Zwischenraum durch Geländer geteilt sein.

c) Die Kreuzung stromführender Teile an Schalt- und Verteilungstafeln ist möglichst zu vermeiden. Ist dies nicht erreichbar, so sind die stromführenden Teile durch Isolierung voneinander zu trennen oder derart in genügendem Abstand voneinander zu befestigen, dass Berührung ausgeschlossen ist.

d) Die Polarität von Leitungsschienen, die hinter der Schalttafel liegen, ist durch farbigen Anstrich kenntlich zu machen.

e) An Verteilungstafeln müssen die Leitungen nach Befestigung der Tafeln angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit von vorn kontrolliert und gelöst werden können.

f) Die Sicherungen auf den Verteilungstafeln sind mit Bezeichnungen zu versehen, aus denen hervorgeht, zu welchen Räumen bezw. Lampengruppen sie gehören.

g) Im übrigen wird bezüglich der Ausrüstung der Schalt- und Verteilungstafeln auf die §§ 10—14 verwiesen.

Leitungsmaterial.

§ 5.

Beschaffenheit und Belastung des Leitungskupfers.

a) Leitungskupfer muss den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen. Ausnahmen hiervon sind bei Drähten zulässig, die für Freileitungen bestimmt sind.

b) Isolierte Kupferleitungen und Kabel, die nicht unterirdisch verlegt sind, dürfen höchstens mit den in nachstehender Tabelle verzeichneten Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in qmm	Betriebsstromstärke in Ampère	Querschnitt in qmm	Betriebsstromstärke in Ampère
0,75	4	95	165
1	6	120	200
1,5	10	150	235
2,5	15	185	275
4	20	240	330
6	30	310	400
10	40	400	500
16	60	500	600
25	80	625	700
35	90	800	850
50	100	1000	1000
70	130		

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 qmm unterliegen gleichfalls den Vorschriften der vorstehenden Tabelle, blanke Kupferleitungen über 50 und unter 1000 qmm Querschnitt können mit 2 Ampère für das Quadratmillimeter belastet werden. Auf Freileitungen finden die vorstehenden Zahlenbestimmungen keine Anwendung.

c) Der geringste zulässige Querschnitt für isolierte Kupferleitungen ist 1 qmm, an und in Beleuchtungskörpern $^3/_4$ qmm. Der geringste zulässige Querschnitt von blanken Kupferleitungen in Gebäuden ist 4 qmm, bei Freileitungen 6 qmm.

d) Bei Verwendung von Drähten aus anderen Metallen müssen die Drähte so gewählt werden, dass sowohl deren Festigkeit wie deren Erwärmung durch den Strom den im vorigen für Kupfer gegebenen Querschnitten entspricht.

§ 6.
Arten des Leitungsmaterials.

a) Die Leitungen, welche für Installationen in Betracht kommen, zerfallen in Drahtleitungen, Schnurleitungen und Kabel.

b) Drahtmaterialien für Maschinen und Apparate kommen bei den Bestimmungen dieser Vorschriften nicht in Betracht.

§ 7.
Drahtleitungen.

a) Blanke Leitungen. Hierher gehören blanker Kupferdraht, verzinnter Kupferdraht, verbleiter Kupferdraht, verzinkter Eisendraht, Aluminiumdraht, Draht von Siliciumbronze und ähnlichen Metallen. Für andere als Kupferdrähte vergl. § 5d.

b) Gummibanddrähte müssen den Normalien des Verbandes genügen.

c) Gummiaderdrähte müssen den Normalien des Verbandes genügen.

d) Mehrfachdrahtleitungen müssen den Normalien des Verbandes genügen.

e) Gepanzerte Drahtleitungen bestehen aus je 2 oder mehreren nach c isolierten Drähten, die mit einer gemeinsamen Hülle und darüber mit einer starken Metallumklöppelung versehen sind. Gepanzerte Leitungen dürfen bezüglich der offenen Verlegung den armierten Bleikabeln gleichgestellt werden.

f) Drahtleitungen anderer Art dürfen nur verwendet werden, wenn sie der in den Normalien für Gummiaderdrähte beschriebenen Wasserprobe, event. unter sinngemässer Modifikation der Bedingungen genügen.

g) Fassungsadern müssen den Normalien des Verbandes genügen.

§ 8.

Schnüre (biegsame Leitungen).

a) Gummibandschnüre müssen den Normalien des Verbandes genügen.

b) Gummiaderschnüre müssen den Normalien des Verbandes genügen.

c) Gepanzerte Schnurleitungen bestehen aus je 2 oder mehreren nach b isolierten Schnüren, die mit einer gemeinsamen Hülle und darüber mit einer starken Metallumklöppelung versehen sind. Gepanzerte Schnurleitungen dürfen bezüglich der offenen Verlegung den armierten Bleikabeln gleichgestellt werden.

§ 9.

Kabel.

a) Blanke Bleikabel (Bezeichnung KB) bestehen aus einer oder mehreren Kupferseelen, starken Isolier-

schichten und einem wasserdichten einfachen oder mehrfachen Bleimantel. Sie sind nur zu verwenden, wenn sie gegen mechanische und gegen chemische Beschädigungen geschützt sind.

b) Asphaltierte Bleikabel (Bezeichnung KA) wie die vorigen, aber mit asphaltiertem Faserstoff umwickelt; sie müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein.

c) Armierte Bleikabel (Bezeichnung KE) wie die vorigen und mit Eisenband oder -Draht armiert.

d) Bei eisenarmierten Kabeln für Ein- oder Mehrphasenstrom müssen sämtliche zu einem Stromkreis gehörigen Leitungen in demselben Kabel enthalten sein.

Apparate.

§ 10.

Allgemeines.

a) Die stromführenden Teile sämtlicher Apparate müssen auf feuersicheren, in dem Verwendungsraum isolierenden Unterlagen montiert sein.

b) Apparate sind derart zu bemessen, dass sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen können.

c) Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten ist durch Schrauben auszuführen.

Schnüre oder Drahtseile bis zu 6 qmm und Einzeldrähte bis zu 25 qmm Kupferquerschnitt können mit angebogenen Oesen an die Apparate befestigt werden. Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Kupferquerschnitt müssen mit

Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein. Schnüre und Drahtseile von weniger als 6 qmm Querschnitt müssen, wenn sie nicht gleichfalls Kabelschuhe erhalten, an den Enden durch Eintauchen in geschmolzenes Lot verlötet sein.

d) Apparate müssen so konstruiert sein, dass der für die anzuschliessenden Drähte vorgeschriebene Abstand von der Wand auch an den Einführungsstellen gewahrt werden kann.

§ 11.

Ausschalter und Umschalter.

a) Alle Schalter, welche ausserhalb elektrischer Betriebsräume verwendet werden sollen, müssen Momentschalter sein, die so konstruiert sind, dass beim Oeffnen unter normalem Betriebsstrom kein dauernder Lichtbogen entstehen kann.

b) Metallkontakte sind so zu bemessen, dass bei normalem Betriebsstrom keine ungehörige Erwärmung eintritt. Die Erwärmung gilt als ungehörig
   1. bei Dosenausschaltern, wenn die Uebertemperatur der Dose 10° C. überschreitet;
   2. bei Hebelausschaltern, wenn die Uebertemperatur der Kontakte 50° C. überschreitet.

c) Schalter ausserhalb elektrischer Betriebsräume müssen Gehäuse haben. Gehäuse, soweit sie der Berührung zugänglich sind, und Griffe müssen aus nicht leitendem Material bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht überzogen sein. Für Griffe und Kuppelungsstangen ist Holz zulässig.

d) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sind auf dem festen Teil zu vermerken.

Ausgenommen von den Bestimmungen unter c und d sind die Ausschalter in elektrischen Betriebsräumen, sowie diejenigen, welche im Freien in unzugänglicher Lage angebracht sind (vergl. § 23).

e) Ausschalter, welche mit Gehäusen versehen sind, müssen erkennen lassen, ob der Stromkreis geschlossen oder offen ist.

§ 12.

Steck-Kontakte und dergl.

a) Kontaktvorrichtungen zum Anschluss beweglicher Leitungen müssen so konstruiert sein, dass sie nicht in Kontakte für höhere Stromstärken passen. Die normale Betriebsstromstärke und Spannung sind auf dem festen und dem beweglichen Teil zu vermerken.

b) Kontaktvorrichtungen zum Anschluss beweglicher Leitungen müssen allpolig gesichert sein.

§ 13.

Widerstände und Heizapparate.

a) Die stromführenden Teile von Widerständen und Heizapparaten sind auf feuersicherer, gut isolierender Unterlage zu montieren und, soweit sie nicht für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu verkleiden.

b) Widerstände sind so zu bemessen, dass sie im normalen Betriebe keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen.

§ 14.

Schmelz-Sicherungen.

a) Die Abschmelzstromstärke einer Sicherung soll das Doppelte ihrer Normalstromstärke sein.

Sicherungen bis einschliesslich 50 A Normalstromstärke müssen mindestens die $1^1/_4$ fache Normalstromstärke dauernd tragen können; vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens zwei (2) Minuten abschmelzen.

b) Die Sicherungen bis zu 30 A müssen so konstruiert sein, dass jede einzelne bei einem Kurzschluss mit der um 10% erhöhten Betriebsspannung sicher funktioniert. Zur Sicherheit der Funktionen gehört, dass sie abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen und ohne gefährliche Explosionserscheinungen hervorzurufen.

c) Bei Sicherungen dürfen weiche, plastische Metalle und Legierungen nicht den Kontakt vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen müssen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleich geeignetem Metall eingelötet sein.

d) Sicherungen von 6—20 Amp. müssen in dem Sinne unverwechselbar sein, dass die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausgeschlossen ist.

c) Die Normalstromstärke und die Maximalspannung sind auf dem Schmelzeinsatz der Sicherung zu verzeichnen.

Isolier- und Befestigungskörper.

§ 15.

Holzleisten sind verboten, Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmässig geerdeten Leitungen zulässig.

§ 16.

Rollen und Ringe.

a) Isolier-Rollen und -Ringe sollen aus Porzellan, Glas oder gleichwertigem Material bestehen.

b) Sie müssen so geformt sein, dass die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand an den Befestigungsflächen gehalten werden können (vergl. § 29).

§ 17.

Klemmen.

a) Klemmen müssen, soweit sie nicht für Bleikabel bestimmt sind, aus hartem Isoliermaterial oder entsprechend isoliertem Metall bestehen.

b) Sie müssen so geformt sein, dass die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können.

§ 18.

Rohre.

a) Bei Metall- und Isolierrohren, in denen Leitungen verlegt werden sollen, muss die lichte Weite sowie die Anzahl und der Radius der Krümmungen so gewählt sein, dass man die Drähte jederzeit leicht einziehen und entfernen kann. Die Rohre müssen ferner so eingerichtet sein, dass die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

b) Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

Lampen und Zubehör.

§ 19.

Glühlampen und Fassungen.

a) Die stromführenden Teile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

b) Materialien, die entzündlich oder hygroskopisch sind oder in der Wärme Formveränderungen erleiden, dürfen nicht als Bestandteile von Fassungen verwendet werden.

c) Fassungen für Spannungen über 250 Volt dürfen keine Ausschalter haben.

Die Ausschalter an Fassungen für niedrigere Spannung müssen den Bedingungen des § 11 Absatz a und e genügen.

d) Die unter Spannung stehenden Teile der Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein.

e) Glühlampen, die in der Nähe von entzündlichen Stoffen angebracht werden sollen, müssen mit Schalen, Schirmen, Schutzgläsern oder Drahtgittern versehen sein, durch welche die Berührung der Lampen mit den entzündlichen Stoffen verhindert wird.

§ 20.

Bogenlampen.

a) Bogenlampen dürfen ohne Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohleteilchen verhindern, nicht verwendet werden. Bei Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Dauerbrandlampen)

sind keine besonderen Vorrichtungen hierfür erforderlich.

b) Die Bogenlampen sind gut isoliert in die Laternen (Gehänge, Armaturen) einzusetzen und diese, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

c) Lampen und Laternen müssen so gebaut sein, dass sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann, insbesondere müssen die Einführungsöffnungen für die Leitungen so beschaffen sein, dass die Isolierhüllen nicht verletzt werden und dass sie kein Wasser eindringen lassen.

d) Soweit die Zuleitungsdrähte zugleich als Aufhängevorrichtung dienen, so dürfen die Anschlussstellen der Drähte nicht durch Zug beansprucht und die Drähte nicht verdrillt werden.

§ 21.

Beleuchtungskörper, auch Schnurpendel.

a) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern müssen im Lichten soweit bemessen und von Grat frei sein, dass die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können; die engsten für zwei Drähte bestimmten Rohre müssen wenigstens 6 mm im Lichten haben.

b) In und an Beleuchtungskörpern darf nur Gummiader, mindestens sogenannte Fassungsader nach den für diesen Zweck ausgearbeiteten Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker benutzt werden.

c) Abzweigstellen in Beleuchtungskörpern müssen thunlichst centralisiert werden.

d) Schnurpendel mit biegsamer Leitungsschnur sind nur dann zulässig, wenn das Gewicht der Lampe nebst Schirm von einer besonderen Tragschnur getragen wird, die mit der Schnur verflochten sein kann. Sowohl an der Aufhängestelle als auch an der Fassung müssen die Leitungsdrähte länger sein als die Tragschnur, damit kein Zug auf die Verbindungsstelle ausgeübt wird.

C. Verlegungsvorschriften.

1. Erdung von Mittelleitern.

§ 22.

Der neutrale Mittelleiter von Gleichstrom-Dreileitersystemen muss geerdet sein.

2. Freileitungen.

§ 23.

a) Bei Freileitungen kann, wenn die Festigkeitsrücksichten es wünschenswert machen, Kupfer verwendet werden, welches den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht entspricht.
b) Der geringste zulässige Metallquerschnitt von blanken oder isolierten Freileitungen aus Kupfer oder anderen Metallen von mindestens gleich grosser Bruchfestigkeit ist 6 qmm.
c) Freileitungen können mit grösseren Stromstärken belastet werden, als der Tabelle in § 5 entspricht.
d) Freileitungen dürfen nur auf Porzellanglocken oder gleichwertige Isoliervorrichtungen verlegt werden, wobei die Glocken in aufrechter Stellung zu befestigen sind.
e) Freileitungen müssen mindestens 5 m von der Erdoberfläche entfernt sein.

f) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend, sind Freileitungen durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern, die auch bei wiederholten Entladungen wirksam bleiben. In der Erdleitung sind Krümmungen möglichst zu vermeiden.

g) Freileitungen sowie Apparate an Freileitungen sind so anzubringen, dass sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind.

h) Sofern in Freileitungen Transformatoren vorkommen, ist die Vorschrift § 25b zu befolgen.

i) Bezüglich der Sicherung vorhandener Telephon- und Telegraphenleitungen wird auf das Reichstelegraphengesetz vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

3. Einführung von Freileitungen in Gebäude.

§ 24.

Bei Einführung von Freileitungen aus dem Freien in Gebäude sind entweder die Drähte frei und straff durchzuspannen, oder es muss für jede Leitung ein isolierendes und feuersicheres Einführungsrohr verwendet werden, welches auf der Aussenseite des Gebäudes eine trichterförmig nach unten gerichtete Mündung hat.

4. Anlagen in Gebäuden.

4a. Gebäude im allgemeinen.

§ 25.

Aufstellung von Generatoren, Motoren und Transformatoren.

a) Dynamomaschinen, Elektromotoren, rotierende Umformer u. s. w. sind so aufzustellen, dass etwaige

im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Der Uebertritt höherer Spannung in Stromkreise für niedrigere Spannung muss verhindert bezw. ungefährlich gemacht werden, z. B. durch erdende oder kurzschliessende, oder abtrennende Sicherungen oder durch dauernde Erdung geeigneter Punkte.

§ 26.

Leitungen im allgemeinen.

a) Alle Leitungen müssen auch nach der Verlegung in ihrer ganzen Ausdehnung derart zugänglich sein, dass sie jederzeit geprüft und ausgewechselt werden können.

b) Soweit festverlegte Leitungen der mechanischen Beschädigung ausgesetzt sind oder soweit sie im Handbereich liegen, müssen sie durch Verkleidungen geschützt werden, die so hergestellt sein sollen, dass die Luft frei durchstreifen kann. Rohre gelten als Schutzverkleidung. Armierte Bleikabel und metallumhüllte Leitungen sowie sämtliche Leitungen in elektrischen Betriebsräumen unterliegen dieser Vorschrift nicht.

c) Bewegliche biegsame Leitungen dürfen an festverlegte Leitungen nur mittels lösbarer Kontakte, § 12, angeschlossen werden.

d) Die Verbindung von Leitungen untereinander sowie die Abzweigung von Leitungen geschieht mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung.

Abzweigungen von selbstverlegten Mehrfachleitungen nach § 8 müssen mit Abzweigklemmen auf isolierender Unterlage ausgeführt werden.

e) Zum Löten dürfen keine Lötmittel verwendet werden, welche das Metall angreifen.

f) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungstelle in einer der sonstigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren. Die Anschluss- und Abzweigstellen müssen von Zug entlastet sein.

g) Kreuzungen von stromführenden Leitungen unter sich und mit sonstigen Metallteilen sind so auszuführen, dass Berührung ausgeschlossen ist. Kann kein genügender Abstand eingehalten werden, so sollen isolierende Rohre übergeschoben oder isolierende Platten dazwischen gelegt werden, um die Berührung zu verhindern. Rohre und Platten sind sorgfältig zu befestigen und gegen Lagerveränderung zu schützen.

h) Bei Einrichtungen, bei denen ein Zusammenlegen von mehr als 3 Leitungen unvermeidlich ist (z. B. Regulierungsvorrichtungen), dürfen Gummiaderleitungen so verlegt werden, dass sie sich berühren, wenn eine Lagenveränderung ausgeschlossen ist.

§ 27.

Wand- und Deckendurchführungen.

a) Durch Wände und Decken sind die Leitungen entweder der in den betreffenden Räumen gewählten Verlegungsart entsprechend hindurchzuführen, oder es sind haltbare Rohre aus Isoliermaterial zu verwenden, und zwar für jede einzeln verlegte Leitung und für jede Mehrfachleitung je ein Rohr.

Diese Durchführungsrohre müssen an den Enden mit Tüllen aus feuersicherem Isoliermaterial versehen und so weit sein, dass die Drähte leicht darin bewegt werden können.

In feuchten Räumen sind entweder Porzellanrohre zu verwenden, deren Enden nach Art der Isolierglocken ausgebildet sind, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Ueber Fussböden müssen die Rohre mindestens 10 cm vorstehen und gegen mechanische Beschädigungen sorgfältig geschützt sein.

b) Armierte Bleikabel, metallumhüllte Leitungen sowie betriebsmässig an Erde liegende Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen dieses Paragraphen.

§ 28.
Blanke Leitungen in Gebäuden.

a) Blanke Leitungen aus Kupfer oder anderen Metallen von mindestens gleicher Bruchfestigkeit müssen einen Minimalquerschnitt von 4 qmm haben.

b) Sie dürfen nur auf Isolierglocken oder gleichwertige Vorrichtungen verlegt werden und müssen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, bei Spannweiten von mehr als 6 m mindestens 20 cm, bei Spannweiten von 4 bis 6 m mindestens 15 cm und bei kleinen Spannweiten mindestens 10 cm voneinander, in allen Fällen aber mindestens 10 cm von der Wand bezw. von Gebäudeteilen entfernt sein.

Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln, bei Zellenschalterleitungen und bei parallel geführten Speise-,

Steig- und Verteilungsleitungen ist die Anwendung von starken Kupferschienen sowie von massivem Kupferdraht in kleineren Abständen zulässig.

c) Blanke Leitungen ausserhalb elektrischer Betriebs- und Akkumulatorenräume sind gegen zufällige Berührung zu schützen.

d) Betriebsmässig geerdete blanke Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen b und c dieses Paragraphen, müssen aber gegen die bei normaler Benutzung des betreffenden Raumes vorauszusetzenden Beschädigungen geschützt sein.

Isolierte Drähte und Schnurleitungen.

§ 29.

Verlegung mit Glocken, Rollen, Ringen und Klemmen.

a) Glocken sollen nur in aufrechter Stellung bezw., wenn eine Neigung nicht zu vermeiden ist, so angebracht werden, dass sich kein Wasser in ihnen ansammeln kann.

b) Glocken, Rollen, Ringe und Klemmen, die zur Verlegung von Draht und Schnurleitungen dienen, müssen so angebracht werden, dass sie die Leitungen mindestens 10 mm von der Wand entfernt halten.

c) Bei Führung der Leitungen auf Rollen längs der Wand muss auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können, den örtlichen Verhältnissen entsprechend, grössere Abstände ausnahmsweise gewählt werden.

d) Mehrfachleitungen dürfen nicht so befestigt werden, dass ihre Einzelleiter aufeinander gepresst werden. Metallene Bindedrähte sind bei Mehrfachleitungen

unzulässig. Für Führung der Leitung auf Rollen gilt die Vorschrift unter b.

e) Mehrfachleitungen dürfen nicht zur Aufhängung von Lampen u. s. w. benutzt werden, soweit sie nicht eine besondere Tragschnur enthalten; vgl. § 21 d.

§ 30.
Verlegung in Rohren.

a) Papierrohre ohne Metallüberzug dürfen nicht unter Putz verlegt werden.

b) Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht statthaft.

c) Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Anzahl und Lage der Verbindungsdosen müssen so gewählt sein, dass man die Drähte leicht einziehen und entfernen kann.

d) Drähte, welche Wechsel- oder Mehrphasenstrom führen, müssen, wenn sie in metallenen oder metallüberzogenen Rohren liegen, so zusammengelegt werden, dass die Summe der durch das Rohr gehenden Ströme Null ist. Im übrigen ist es gestattet, drei Drähte bis zu 6 qmm Kupferquerschnitt in ein einziges Rohr zu verlegen; vgl. § 26 h.

e) Rohre für mehr als einen Draht müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

f) In Metallrohren, auch solchen mit Längsschlitz, ohne isolierende Auskleidung, müssen die Drähte mindestens nach § 7 c isoliert sein.

g) Die Rohre sind so herzurichten, dass die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

h) Die Rohre sind so zu verlegen, dass sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

§ 31.
Verlegung von Kabeln.

a) Bleikabel jeder Art dürfen nur mit Erdverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, welche das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluss gestatten, verwendet werden.

b) Blanke und asphaltierte Bleikabel dürfen nur da verlegt werden, wo sie gegen die im normalen Betriebe zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

Bei blanken Bleikabeln ist ausserdem besondere Vorsicht gegen chemische Einflüsse geboten.

c) An den Befestigungsstellen ist darauf zu achten, dass der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind daher nur bei armierten Kabeln als Befestigungsmittel zulässig.

§ 32.
Anbringung der Sicherungen.

a) Die neutralen oder Null-Leitungen bei Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen, sowie alle betriebsmässig geerdeten und als solche gekennzeichneten Leitungen dürfen keine Sicherungen enthalten; dagegen sind alle übrigen Leitungen, welche von der Schalttafel nach den Verbrauchsstellen führen, durch Abschmelzsicherungen oder andere selbstthätige Stromunterbrecher zu schützen.

b) Mit einziger Ausnahme der Fälle e und f sind Sicherungen an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert.

Ausserdem sind lösbare Kontakte im festen Teil allpolig zu sichern.

c) Bei Verjüngungstellen und Abzweigungen kann das Anschlussleitungsstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt sein als die Hauptleitung; es ist aber in diesem Falle von entzündlichen Gegenständen feuersicher zu trennen und darf nicht aus Mehrfachleitungen hergestellt sein. Beträgt die einfache Länge mehr als 1 m, so muss das Anschlussleitungsstück bis zur Sicherung den gleichen Querschnitt haben wie die unmittelbar vorangehende Hauptleitung.

d) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung ist der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitung anzupassen.

e) Mehrere Verteilungsleitungen können eine gemeinsame Sicherung von höchstens 6 A Normalstromstärke erhalten. Querschnittsverminderungen oder Abzweigungen jenseits dieser Sicherung brauchen in diesem Falle nicht weiter gesichert werden. Bei grösseren Beleuchtungskörpern können ausnahmsweise gemeinsame Sicherungen für höchstens die doppelte Stromstärke zugelassen werden, wenn die Spannung nicht mehr als 130 Volt beträgt.

f) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

g) Die Sicherungen sind möglichst zu centralisieren und in handlicher Höhe anzubringen.

h) Wegen Abzweigung biegsamer Leiter zum Anschluss beweglicher Lampen, Motoren und Apparate siehe § 26c und Seite 134 Absatz b.

§ 33.

Anbringung von Ausschaltern.

a) Null-Leiter und betriebsmässig geerdete Leitungen dürfen ausserhalb elektrischer Betriebsräume entweder gar nicht, oder nur zwangsläufig zusammen mit den zugehörigen Aussenleitern ausschaltbar sein.

b) Alle Ausschalter mit Ausnahme derjenigen in einzelnen Glühlampen-Stromkreisen müssen, wenn sie geöffnet werden, ihren Stromkreis spannungslos machen.

§ 34.

Anbringung von Apparaten, insbesondere auch Widerständen und Heizapparaten.

a) Die stromführenden Teile aller in eine Leitung eingeschalteten Apparate müssen auf feuersicheren, auch in feuchten Räumen gut isolierenden Unterlagen montiert und bei Verwendung ausserhalb elektrischer Betriebsräume von Schutzkästen derartig umgeben sein, dass sie sowohl vor Berührung durch Unbefugte geschützt, als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind.

b) Bei Einführung von Leitungen muss der für die Leitung vorgeschriebene Abstand von der Wand gewahrt werden.

c) Widerstände sind auf feuersicherem, gut isolierendem Material zu montieren und mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu umkleiden. Sie dürfen nur auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend, oder an feuersicheren Wänden angebracht werden.

d) Widerstände und Heizapparate, bei welchen eine Erwärmung auf mehr als Handwärme eintreten

kann, sind derart anzuordnen, dass eine Berührung zwischen den Wärme entwickelnden Teilen und entzündlichen Materialien, sowie eine feuergefährliche Erwärmung solcher Materialien nicht vorkommen kann.

§ 35.

Beleuchtungskörper.

a) An und in Beleuchtungskörpern darf nur Draht verwendet werden, der mindestens den Normalien des Verbandes entspricht.
b) Wird die Leitung an der Aussenseite des Beleuchtungskörpers geführt, so muss sie so befestigt sein, dass sie sich nicht verschieben kann.
c) Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, dass die Zuführungsdrähte nicht durch Drehen des Körpers verletzt werden können.

4b. Die Behandlung verschiedenartiger Räume.

§ 36.

Elektrische Betriebsräume mit Ausnahme von Akkumulatorenräumen.

a) In elektrischen Betriebsräumen sind Leitungen jeder Art, auch blanke Leitungen zulässig, letztere besonders in Form von Kupferschienen oder massivem Kupferdraht mit Anstrich, welcher die Polarität kenntlich macht.
b) Sicherungen, Ausschalter und sonstige Apparate dürfen auch ohne Schutzkasten verwendet werden, doch ist in allen Fällen dafür Sorge zu tragen, dass durch etwaige beim Betrieb auftretende Feuer-

erscheinungen weder Menschen noch brennbare Stoffe gefährdet werden.

c) Leitungen bedürfen keiner Verkleidung.

d) Aus- und Umschalter brauchen nicht Momentschalter zu sein.

§ 37.
Akkumulatorenräume.

a) In Akkumulatorenräumen ist für Lüftung zu sorgen.

b) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen Erde durch Glas, Porzellan oder ähnliche nicht hygroskopische Unterlagen zu isolieren. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um beim Auslaufen von Säure eine Gefährdung des Gebäudes zu vermeiden.

c) Zur Beleuchtung von Akkumulatorenräumen darf nur elektrisches Glühlicht verwendet werden.

d) Die Batterien müssen derart angeordnet werden, dass bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 V. herrscht, nicht erfolgen kann.

§ 38.
Trockene Räume ohne leicht entzündlichen Inhalt.

a) In trockenen Räumen sind alle Arten von Leitungen zulässig, wobei sämtliche Vorschriften der §§ 24 bis 32 zu beachten sind.

In bewohnten Räumen darf jedoch mit Ausnahme von betriebsmässig geerdeten Leitern kein blanker Draht benützt werden.

b) Für Drähte ist in Anlagen von mehr als 250 V. nur Isolation nach § 7c zulässig.

c) Gummiaderschnur darf sowohl fest verlegt, als auch zum Anschluss beweglicher Stromverbraucher verwendet werden. Bei fester Verlegung ist die Schnur im Handbereich und an gefährdeten Stellen nach § 26b zu schützen.

d) Gummibandschnur darf nicht unter Putz und nicht für Spannungen von mehr als 125 V. fest verlegt werden; als Anschlussleitung für bewegliche Stromverbraucher ist sie nicht zu verwenden.

e) Bei Schnüren jeder Art müssen die Anschluss- und Verbindungsstellen vom Zug entlastet und an den Enden müssen die einzelnen Drähte jedes Leiters miteinander verlötet sein. Verbindungen von solchen Schnüren unter sich oder zwischen Schnüren und anderen Leitungen dürfen nicht durch Verlötung, sondern müssen durch Verschraubung auf getrennt isolierender Unterlage hergestellt sein.

§ 39.

Feuergefährliche Betriebsstätten.

a) Die Umgebung von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, rotierenden Umformern, Widerständen etc. muss von entzündlichem Material frei gehalten werden können.

b) Bei Anordnung von Sicherungen, Schaltern und ähnlichen Apparaten, in denen betriebsmässig Stromunterbrechung stattfindet, ist besonders auf sichere Schutzhüllen aus isolierendem Material zu achten.

c) Die Aschenteller der Bogenlampen mit offenem Lichtbogen müssen aus Metall bestehen und im Betriebe in ihrer Lage festgehalten sein.

d) Für festverlegte Leitungen sind nur Leitungen nach § 7b bis f, über 250 V. nur solche nach § 7c und f, sowie Kabel zulässig. Die Drahtleitungen müssen in Rohren verlegt werden.
e) Für bewegliche Leitungen ist nur biegsame Mehrfachleitung nach § 8b und c zulässig.

§ 40.
Explosionsgefährliche Räume mit Ausnahme von Schlagwettergruben.

a) In explosionsgefährlichen Räumen dürfen Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer und Widerstände nur in besonderen luft- und staubdichten Schutzkästen aufgestellt werden.
b) Ausschalter und Sicherungen dürfen in denselben nicht angebracht werden.
c) Blanke Leitungen und Mehrfachleitungen sind unzulässig.
d) Drahtleitungen müssen Isolierung nach § 7c haben und in Rohre eingeschlossen sein.
e) Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raume brennen. Dieselben müssen mit dichtschliessenden Ueberglocken, welche auch die Fassung dicht einschliessen, verwendet werden.

§ 41.
Feuchte Räume mit Ausnahme von Bergwerken.

a) Die nach feuchten Räumen führenden Leitungen müssen abschaltbar sein.
b) Blanke Leitungen müssen in einem Abstand von mindestens 10 cm voneinander und 10 cm von der Wand auf Porzellanglocken oder auf gleichwertige Isolatoren verlegt werden. Sie sollen mit

einem in der Feuchtigkeit haftenden und haltbaren Anstrich versehen sein.

c) Isolierte Drahtleitungen müssen eine Isolierung nach § 7 c haben.

d) Bei beweglichen Lampen muss die Doppelleitung durch eine starke, schmiegsame Umhüllung gegen Beschädigung geschützt sein.

e) Apparate sind nach Möglichkeit nicht in feuchten Räumen unterzubringen; lässt sich dies nicht vermeiden, so sind dieselben gleichwertig wie die Leitungen zu isolieren.

f) Bei offen verlegten Leitungen für Spannungen über 250 V. ist der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten.

§ 42.
Räume mit ätzenden Dünsten.

In Räumen, in welchen ätzende Dünste auftreten, sollen ausser Kabeln nur blanke Leitungen verwendet werden, die durch einen geeigneten Ueberzug (Verbleiung oder Anstrich z. B. mit Porzellan-, Emaillelack) gegen chemische Beschädigung geschützt sind. Auch die Kabel sind je nach Art der Dünste gegen chemische Angriffe zu schützen.

§ 43.
Durchtränkte Räume.

Diejenigen Teile von industriellen und gewerblichen Betrieben, in denen erfahrungsgemäss durch ungewöhnlich starke oder gutleitende Feuchtigkeit die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert und der Widerstand des Körpers der darin beschäftigten Personen gegen Erde erheblich vermindert wird, werden abgekürzt als durchtränkte Räume bezeichnet.

a) Für durchtränkte Räume gelten die Vorschriften des § 41 und ausserdem die folgenden Zusatzbestimmungen.
b) An geeigneten Stellen sind Tafeln anzubringen, welche in deutlich erkennbarer Schrift vor der Berührung der elektrischen Leitungen warnen.
c) Lampen, die ohne besondere Hilfsmittel zugänglich sind, müssen isolierende und feuchtigkeitsbeständige Armaturen haben. Hahnfassungen sind verboten.
d) Bogenlampen müssen während des Betriebes unzugänglich sein und dürfen während der Bedienung nicht unter Spannung stehen.

§ 44.

Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, in welchen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

a) Für Beleuchtungen, welche ihren Standort nicht wechseln, müssen die Leitungen, soweit sie mit den leicht entzündlichen Stoffen in Berührung kommen können, bis in die Lampenträger bezw. in die Anschlussdosen vollständig durch Rohre geschützt sein.
b) Beleuchtungskörper, welche ihren Standort wechseln, sind entweder
   1. mit metallumhüllter Mehrfachleitung oder
   2. mittels besonders geschützter Mehrfachleitung ohne Metallmantel abzuzweigen.

Im Falle 1 ist das eine Ende der Metallumhüllung mit dem Metallmantel der Fassung leitend zu verbinden, das andere Ende ist mittels Hilfskontaktes an eine geerdete Hilfsleitung anzuschliessen. Dieser

Kontakt muss so beschaffen sein, dass er beim Einschalten früher als die Stromkontakte geschlossen wird. Die drei Kontakte müssen gegeneinander unverwechselbar sein.

Die metallenen Gebäudeteile und Lampenträger des betreffenden Raumes sind mit der Hilfsleitung ebenfalls leitend zu verbinden. Der Querschnitt der Hilfsleitung muss mindestens gleich dem der betreffenden Abzweigleitung sein. Die Hilfsleitung darf keine Sicherung enthalten und muss geerdet sein.

In Anlagen mit einem geerdeten Leiter gilt die Verbindung mit diesem als Erde.

Im Falle 2 sind nur Leitungen mit einer Isolierung mindestens nach § 8b dieser Vorschrift zulässig. Diese müssen ferner zum Schutz gegen mechanische Beschädigung mit einem Ueberzug aus widerstandsfähigem Material (z. B. Segeltuch, Leder, Hanfschnurumklöppelung) versehen sein.

c) Sämtliche Schalter, Anschlussdosen und Sicherungen müssen an solchen Plätzen fest montiert sein, an welchen sie vor der Berührung mit leicht entzündlichen Stoffen sicher geschützt sind und müssen mit widerstandsfähigen Schutzkasten umgeben sein.

d) Mit einer beweglichen Leitung darf nur je ein Beleuchtungskörper angeschlossen werden.

e) In Schaufenstern ist Bogenlichtbeleuchtung ohne besonderen Schutz nicht zulässig, es müssen vielmehr die Bogenlampen entweder ausserhalb der Schaufenster angebracht werden, oder durch Glasplatten, Glaswände oder dergl. von den Auslagen derart getrennt sein, dass etwa herabfallende Kohlenteilchen die ausgestellten Gegenstände nicht erreichen können.

f) Die Aschenteller der Bogenlampen mit offenen Lichtbogen müssen aus Metall bestehen und im Betrieb in ihrer Lage festgehalten sein.

§ 45.

a) Diese Vorschriften gelten für Anlagen oder Erweiterungen, welche nach dem 1. Januar 1903 fertiggestellt werden. Sie haben keine rückwirkende Kraft.

b) Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, dieselben den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

Die vorstehenden Vorschriften sind von der Kommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker einstimmig angenommen worden und haben daher in Gemässheit des Verbandsbeschlusses vom 27. Juni 1901 als Verbandsvorschriften zu gelten.

Budde.



Anhänge.

1. Kupfernormalien

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

§ 1. Der spezifische Widerstand des Leitungskupfers wird gegeben durch den in Ohm ausgedrückten Widerstand eines Stückes von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 15° C.

§ 2. Als Leitfähigkeit des Kupfers gilt der reziproke Wert des durch § 1 festgesetzten spezifischen Widerstandes.

§ 3. Kupfer, dessen spezifischer Widerstand grösser ist als 0,0175, oder dessen Leitfähigkeit kleiner ist als 57, ist als Leitungskupfer nicht annehmbar.

§ 4. Als Normalkupfer von 100 % Leitfähigkeit gilt ein Kupfer, dessen Leitfähigkeit 60 beträgt.

§ 5. Zur Umrechnung des spezifischen Widerstandes oder der Leitfähigkeit von anderen Temperaturen auf 15° C. ist in allen Fällen, wo der Temperaturkoeffizient nicht besonders bestimmt wird, ein solcher von 0,4 % für 1° C. anzunehmen.

2. Normalien
für Gummiband- und Gummiader-Leitungen.

Nach den gemeinsamen Beschlüssen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

I. Gummibandleitungen

(geeignet zur Verlegung in trockenen Räumen für Spannungen bis 250 Volt).

Gummibandleitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 150 qmm zulässig. Die Kupferseele ist feuerverzinnt, mit Baumwolle umgeben und darüber mit unverfälschtem, technisch reinem, unvulkanisiertem Paraband umwickelt.

Die Parabandhülle muss für 100 m einadriger Leitung folgende Gewichte aufweisen:

Kupferquerschnitt in qmm	Gummigewicht in g	Mindestzahl der Drähte b. mehrdrähtigen Leitern
0,75	120	7
1,0	130	7
1,5	155	7
2,5	190	7
4,0	230	7
6,0	280	7
10,0	340	7
16,0	420	7
25,0	550	7
35,0	650	19
50,0	800	19
70,0	1000	19
95,0	1200	19
120,0	1400	19
150,0	1550	19

Ueber der Parabandhülle befindet sich eine Umwickelung mit Baumwolle, und über dieser eine Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf oder ähnlichem Material, welche in geeigneter Weise imprägniert ist.

Die Toleranz der Dimensionen und Gewichte beträgt 5 %.

Die so bezeichneten Leitungen werden einer Durchschlagsprobe nicht unterworfen.

Diese Leitungen können, wenn mehrdrähtig ausgeführt, als Mehrfachleiter beliebiger Anordnung benutzt werden und sind als solche in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 500 V. Wechselstrom zu unterziehen.

II. Gummiaderleitungen

(geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V. und zum Anschluss beweglicher Apparate bis 500 V.).

Die Gummiaderleitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 1000 qmm zulässig.

Die Kupferseele ist feuerverzinnt und mit einer wasserdichten, vulkanisierten Gummihülle umgeben.

Die Beschaffenheit der Gummihülle muss eine derartige sein, dass die Leitungen nach 24stündigem Liegen unter Wasser der halbstündigen Einwirkung eines Wechselstromes von 2000 V. zwischen Kupferseele und Wasser, dessen Temperatur 25° C. nicht übersteigen darf, widerstehen.

Die Wandstärke der Gummihülle soll betragen:

Kupfer-querschnitt in qmm	höchstens mm	mindestens mm	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern
0,75	1,1	0,8	7
1,0	1,1	0,8	7
1,5	1,1	0,8	7
2,5	1,4	1,0	7
4,0	1,4	1,0	7
6,0	1,4	1,0	7
10,0	1,7	1,2	7
16,0	1,7	1,2	7
25,0	2,0	1,4	7
35,0	2,0	1,4	19
50,0	2,3	1,6	19
70,0	2,3	1,6	19
95,0	2,6	1,8	19
120,0	2,6	1,8	37
150,0	2,8	2,0	37
185,0	3,0	2,2	37
240,0	3,2	2,4	61
310,0	3,4	2,6	61
400,0	3,6	2,8	61
500,0	4,0	3,2	91
625,0	4,0	3,2	91
800,0	4,5	3,5	127
1000,0	4,5	3,5	127

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5 %.

Jede Leitung muss über dem Gummi von einer Hülle gummierten Bandes umgeben sein. Als Einzelleitung verwendet, muss dieselbe ausserdem eine imprägnierte Umklöppelung erhalten, bei Mehrfachleitungen kann die Umklöppelung gemeinsam sein.

„Kupferquerschnitte sind grundsätzlich durch Widerstandsmessung zu ermitteln unter Zugrundelegung des in den Kupfernormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker festgelegten spezifischen Widerstandes.“

3. Normalien
für Gummiband- und Gummiaderschnüre.

Nach den gemeinsamen Beschlüssen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und der Vereinignng der Elektrizitätswerke.

I. Gummiband-Schnüre*)

(geeignet zur Verlegung in trockenen Räumen für Spannungen bis 125 Volt).

Die Gummibandschnüre sind in Querschnitten von 0,75 bis 4 qmm zulässig. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Kupferdrähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umsponnen und darüber mit unverfälschtem, technisch reinem, unvulkanisiertem Paraband umwickelt. Die Ueberlappung der Umwickelung muss mindestens 2 mm betragen.

Das Gewicht der Parabandhülle muss für 100 m einadriger, unverseilter Leitung

bei	0,75	qmm	mindestens	120	g
„	1,00	„	„	130	„
„	1,5	„	„	155	„
„	2,5	„	„	190	„
„	4,00	„	„	230	„

betragen.

---

*) Unter Schnüren sind im allgemeinen Doppelleitungen verstanden. Leitungen gleicher Konstruktion mit nur einer oder mehr als zwei Seelen sind durch den Zusatz „Einfach“, „Dreifach“ u. s. w. besonders zu bezeichnen.

4. Normalien für einfache Gleichstromkabel

Nach den gemeinsamen Beschlüssen des Verbandes Deutscher

Toleranz 5 % für sämtliche Dimensionen, mit Ausnahme der Länge, der ausgedrückten

Effektiver Kupfer-querschnitt	Zahl der Drähte Kabel ohne Prüfdraht Minimalzahl	Zahl der Drähte Kabel mit Prüfdraht Minimalzahl	Durchmesser eines jeden Drahtes bei Kabel mit Prüfdraht	Prüfdraht. Querschnitt der Kupferseele qmm	Isolierhülle Kon-struktion	Isolierhülle Dicke. Minimal-Dicke Toleranz 0,25 mm
16	7	3	2,60	1	Imprägnierte Faserisolation	2,0
25	7	6	2,30			2,0
35	7	6	2,73			2,0
50	19	6	3,26			2,0
70	19	13	2,60			2,0
95	19	13	3,10			2,0
120	19	13	3,42			2,0
150	19	18	3,26			$2^1/_4$
185	37	26	3,00			$2^1/_4$
240	37	29	3,25			$2^1/_2$
310	37	36	3,31			$2^1/_2$
400	37	36	3,76			$2^1/_2$
500	37	36	4,20			$2^3/_4$
625	37	36	4,70			$2^3/_4$
800	37	36	5,32			3,0
1000	37	36	5,95			3,0

Der Isolationswiderstand der Kabel soll bei Abnahme im Werk mindestens

mit und ohne Prüfdraht bis 700 V.

Elektrotechniker und der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

Isolationsstärke und des im Leitungswiderstande oder der Leitungsfähigkeit Querschnittes.

Bleimantel einfacher Gesamtdicke	Bleimantel doppelter Gesamtdicke	Bespinnung des Bleimantels Konstruktion	Bespinnung des Bleimantels Dicke	Blechstärke der Armierung	Dicke der Bewickelung des armierten Kabels ca. mm	Aeusserer Durchmesser des fertigen Kabels ohne Prüfdraht	Aeusserer Durchmesser des fertigen Kabels mit Prüfdraht	Maximal-Prüfungsspannung
1,5	2 × 0,9	Säurefreie imprägnierte Jute	2,0	2 × 0,5	2,0	23	24	1200 V. Wechselstrom
1,5	2 × 0,9		2,0	2 × 0,5	2,0	24	25	
1,6	2 × 0,9		2,0	2 × 0,8	2,0	25	26	
1,6	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	29	30	
1,7	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	31	32	
1,7	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	32	33	
1,8	2 × 1,1		2,0	2 × 1,0	2,0	35	36	
1,9	2 × 1,1		2,0	2 × 1,0	2,0	37	38	
2,0	2 × 1,1		2,5	2 × 1,0	2,0	40	41	
2,1	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	43	44	
2,2	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	46	47	
2,3	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	49	50	
2,4	2 × 1,3		3,0	2 × 1,0	2,0	54	55	
2,6	2 × 1,3		3,0	2 × 1,0	2,0	58	59	
2,8	2 × 1,4		3,0	2 × 1,0	2,0	63	64	
3,0	2 × 1,5		3,0	2 × 1,0	2,0	67	68	

500 Megohm pro Kilometer bei einer Temperatur von 15° C. betragen.

Ueber der Parabandhülle jeder Einzelleitung befindet sich eine Umwickelung mit Baumwolle, und über dieser eine Umklöppelung aus widerstandsfähigem Material, das nicht brennbarer sein darf als Seide oder Glanzgarn.

Die Toleranz der Dimensionen und Gewichte beträgt 5%. Die so bezeichneten Leitungen sind in trockenem Zustande einer ½ stündigen Durchschlagsprobe mit 500 Volt Wechselstrom zu unterwerfen.

II. Gummiader-Schnüre*)

(geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 Volt und zum Anschluss beweglicher Apparate bis 500 Volt).

Gummiader-Schnüre sind in Querschnitten von 0,75 bis 6 qmm zulässig. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Kupferdrähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umsponnen und darüber mit einer wasserdichten, vulkanisierten Gummihülle umgeben. Die Beschaffenheit der Gummihülle muss eine derartige sein, dass die Gummiader nach 24 stündigem Liegen unter Wasser einer ½ stündigen Einwirkung eines Wechselstromes von 2000 Volt zwischen Kupferseele und Wasser, dessen Temperatur 25° C. nicht übersteigen darf, widersteht.

Die Wandstärke der Gummihülle soll betragen bei einem Querschnitt von

0,75 qmm	höchstens	1,1 mm	mindestens	0,8 mm
1,0 „	„	1,1 „	„	0,8 „
1,5 „	„	1,1 „	„	0,8 „
2,5 „	„	1,4 „	„	1,0 „
4,0 „	„	1,4 „	„	1,0 „
6,0 „	„	1,4 „	„	1,0 „

*) Siehe Seite 149.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5 %.

Jede Einzelleitung muss über dem Gummi mit einer Schutzhülle umgeben sein, deren Art je nach dem Verwendungszweck zu wählen ist. Bewegliche Leitungen sind ausserdem mit einer gemeinsamen geeigneten Umhüllung zu umgeben.

5. Normalien für Fassungsadern

(Bezeichnung FA.)

(geeignet zur Installation von Beleuchtungskörpern).

Die Fassungsader besteht aus einem massiven oder mehrdrähtigen Leiter von 0,75 qmm Kupferquerschnitt. Die Kupferseele ist feuerverzinnt und mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, deren Wandstärke 0,6 mm betragen soll. Ueber dem Gummi befindet sich eine Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material, welches auch in geeigneter Weise imprägniert sein kann, und darf der äussere Durchmesser der Ader 2,7 mm nicht übersteigen.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5 %.

Die so bezeichnete Ader ist, wenn 5 m lang, doppelt zusammengedreht, in trockenem Zustande einer ½stündigen Durchschlagsprobe mit 1000 Volt Wechselstrom zu unterziehen.

Fassungs-Doppelader

(Bezeichnung FA. 2)

(geeignet zur Installation von Beleuchtungskörpern).

Die Fassungs-Doppelader besteht aus zwei neben einanderliegenden nackten Fassungsadern, welche eine

gemeinsame Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material haben, die auch imprägniert sein kann.

Die äussersten Dimensionen dürfen 5,4 mm nicht übersteigen.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5 %.

Die so bezeichnete Fassungs-Doppelader ist in trockenem Zustande einer $^1/_2$ stündigen Durchschlagsprobe mit 1000 Volt zu unterziehen.

Benutzte Litteratur.

Taschenbuch für Monteure elektr. Beleuchtungsanlagen.

Von D. Freiherr von Gaisberg.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg. München. Berlin.

Elektrotechnische Zeitschrift.

Druck und Verlag von Julius Springer. Berlin.

Elektrotechnischer Anzeiger.

Druck und Verlag von F. A. Günther & Sohn. Berlin.

Elektro-Ingenieur-Kalender.

Von Arthur H. Hirsch und Franz Wilking.
Druck und Verlag von Oskar Coblentz. Berlin.

Verzeichnis der Lieferanten.

Firma	Branche	Ort	Strasse	Rabatte in %

Verzeichnis der Lieferanten.

Firma	Branche	Ort	Strasse	Rabatte in %

Verzeichnis der Lieferanten.

Firma	Branche	Ort	Strasse	Rabatte in %

Nachtrag

für die Sonderbestimmungen der Elektrizitätswerke und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Nachtrag

für die Sonderbestimmungen der Elektrizitätswerke und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.





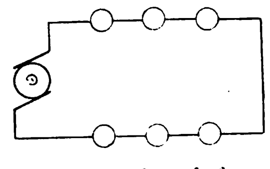


Inhaltsverzeichnis.



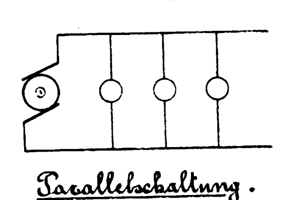
Tafel 1.

Schaltungsschema für die Verteilungssysteme.



Hintereinanderschaltung.

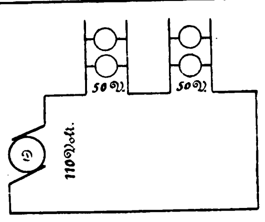
Zweileiter-System.



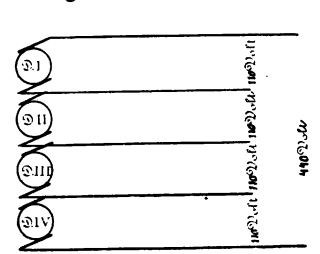
Parallelschaltung.

Dreileiter-System.

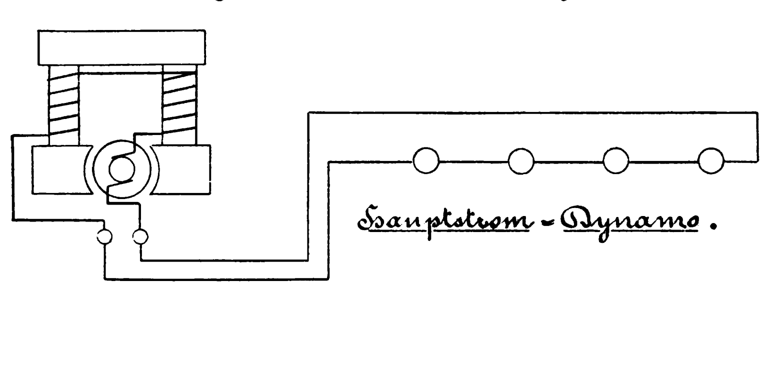
Reihen-Parallelschaltung.

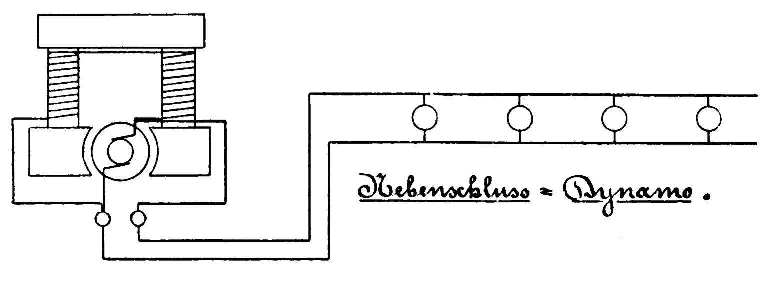


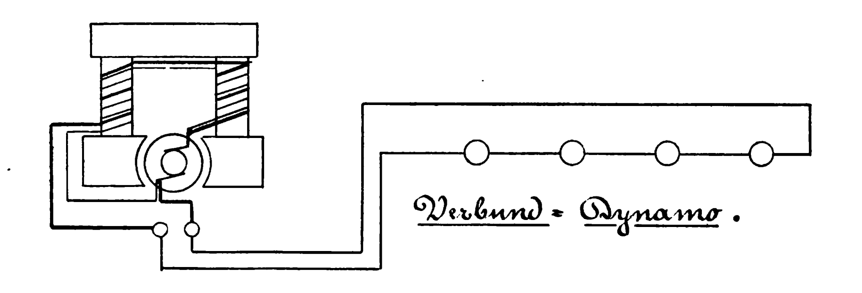
Fünfleiter-System.



Schaltungsschema für Gleichstrom-Dynamos.

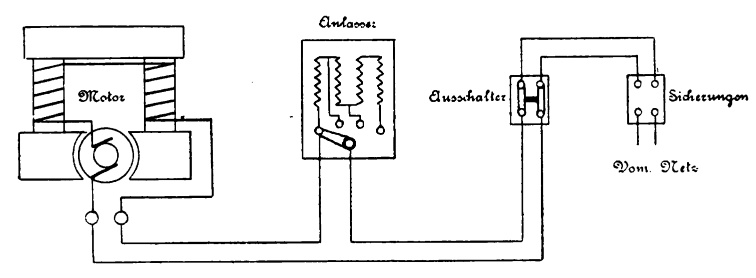




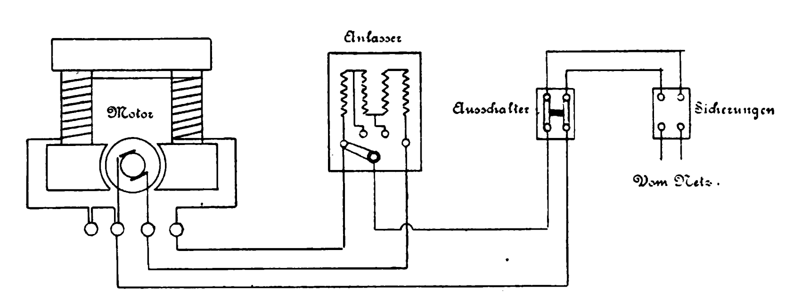


Tafel 3.

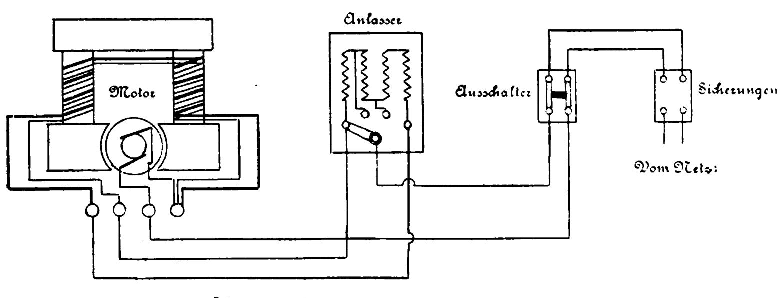
Schaltungsschema für Gleichstrom-Motore.



Hauptstrom - Motor.

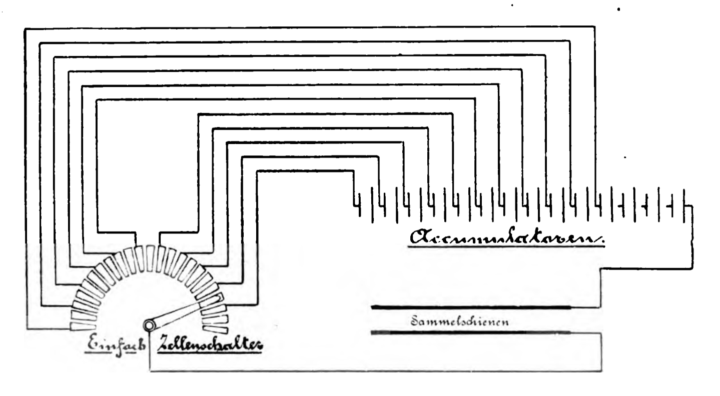


Nebenschluss - Motor.

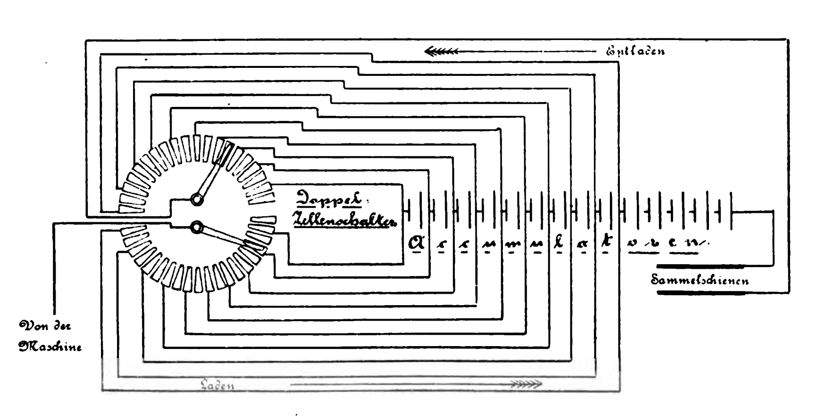


Verbund - Motor.

Schaltungsschema für Zellenschalter.



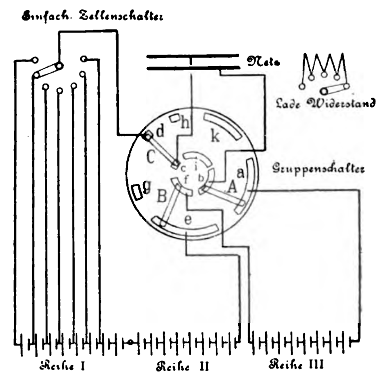
Schaltung eines Einfach-Zellenschalters.



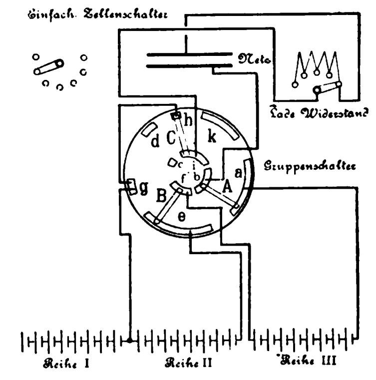
Schaltung eines Doppel-Zellenschalters

Schaltungsschema für einen Gruppenschalter behufs Ladung von Akkumulatoren ohne besondere Erhöhung der Betriebsspannung.

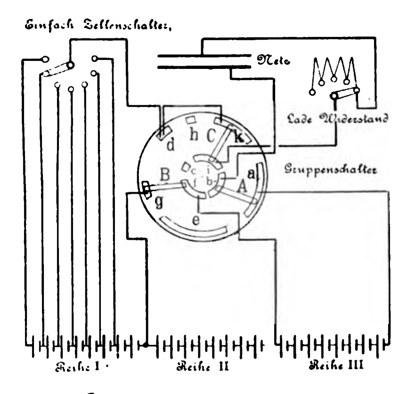
(Patent Dr. Paul Meyer Aktiengesellschaft.)



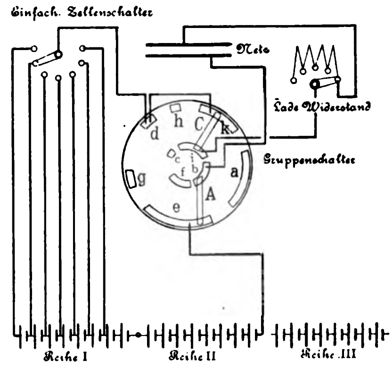
Entladung der 3 Batterietheile in einer Reihe.



Ladung von Reihe II und III.



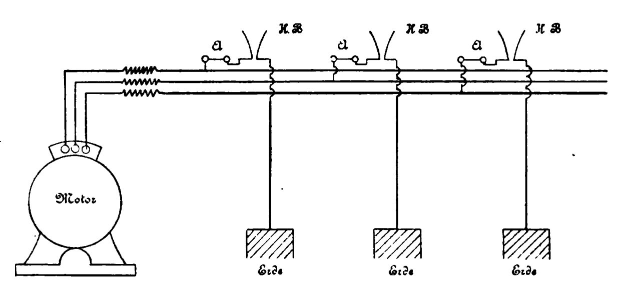
Ladung von Reihe I und III



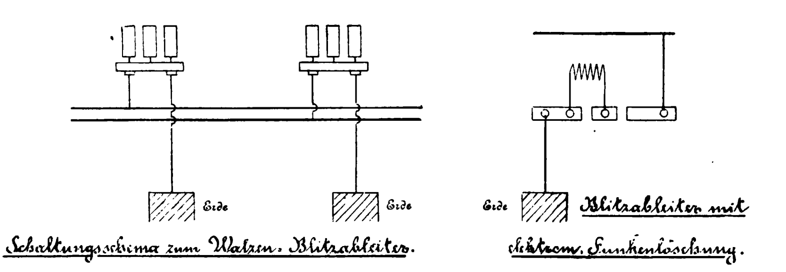
Ladung von Reihe I und II.

Schaltungsschema für Starkstrom-Blitzableiter.

(Siemens & Halske Aktiengesellschaft.)

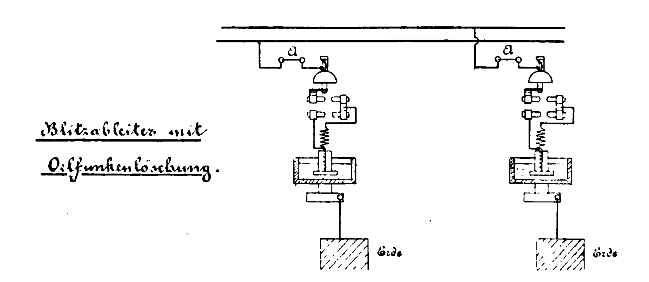


Schaltung einer Hörner-Blitzableiteranlage in der Nähe eines Motors



Schaltungsschema zum Walzen-Blitzableiter.

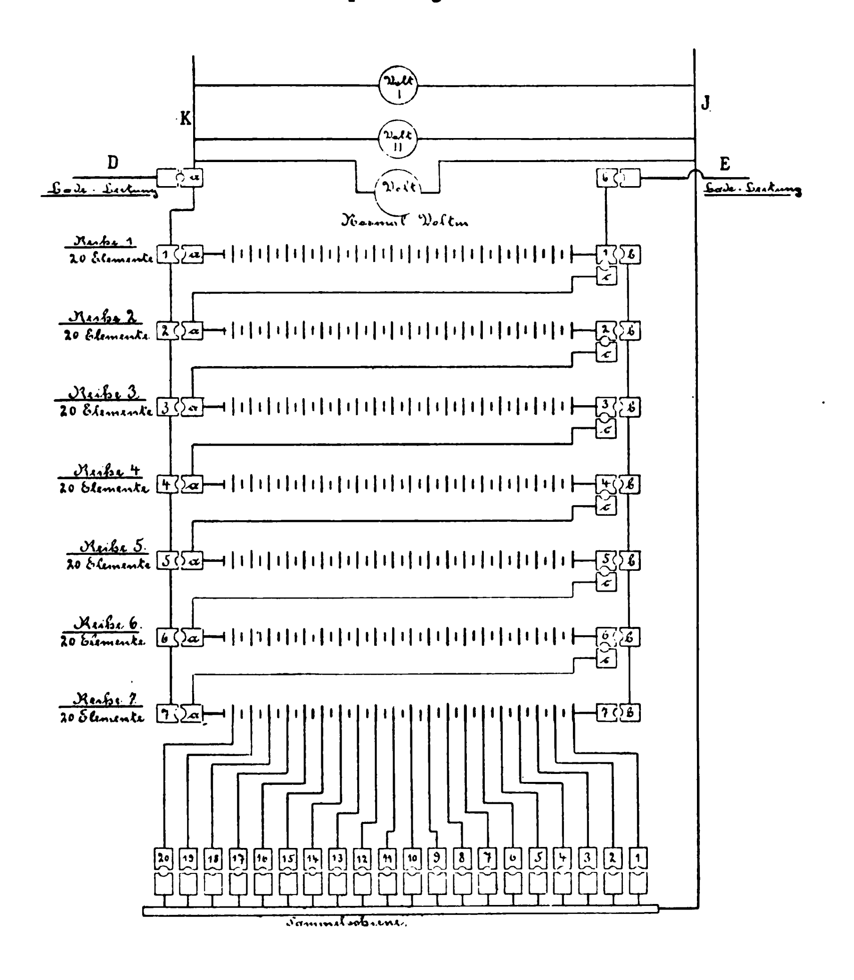
Blitzableiter mit elektrom. Funkenlöschung.



Blitzableiter mit Ölfunkenlöschung.

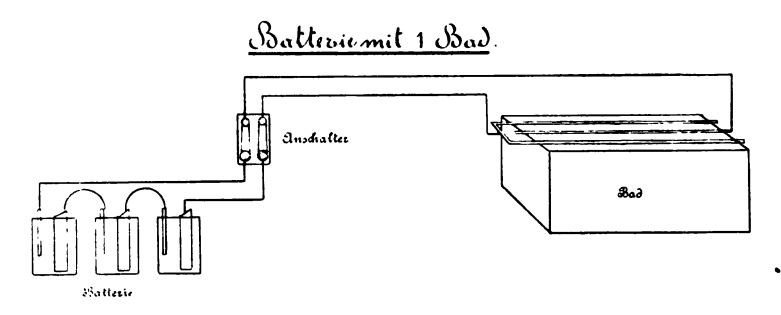
Tafel 7.

Schaltungsschema für eine Akkumulatorenbatterie zum Aichen von Voltmeter für Spannungen von 0—815 Volt.

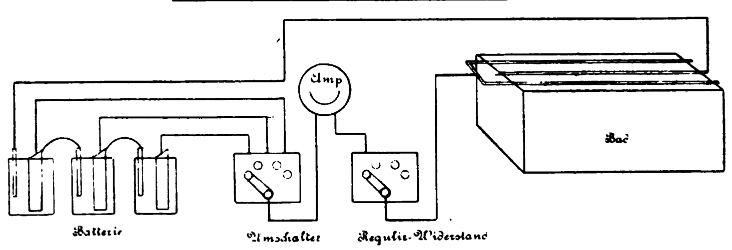


Schaltungsschema für galvanoplastische Anlagen.

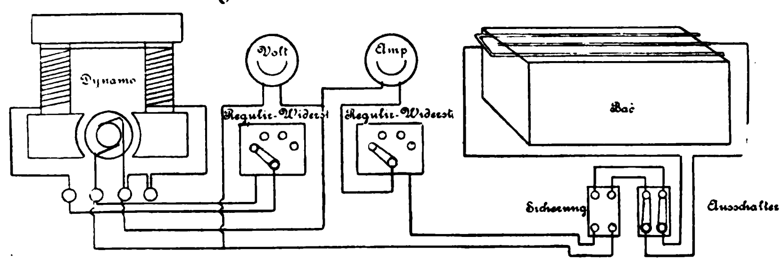
Batterie mit 1 Bad.



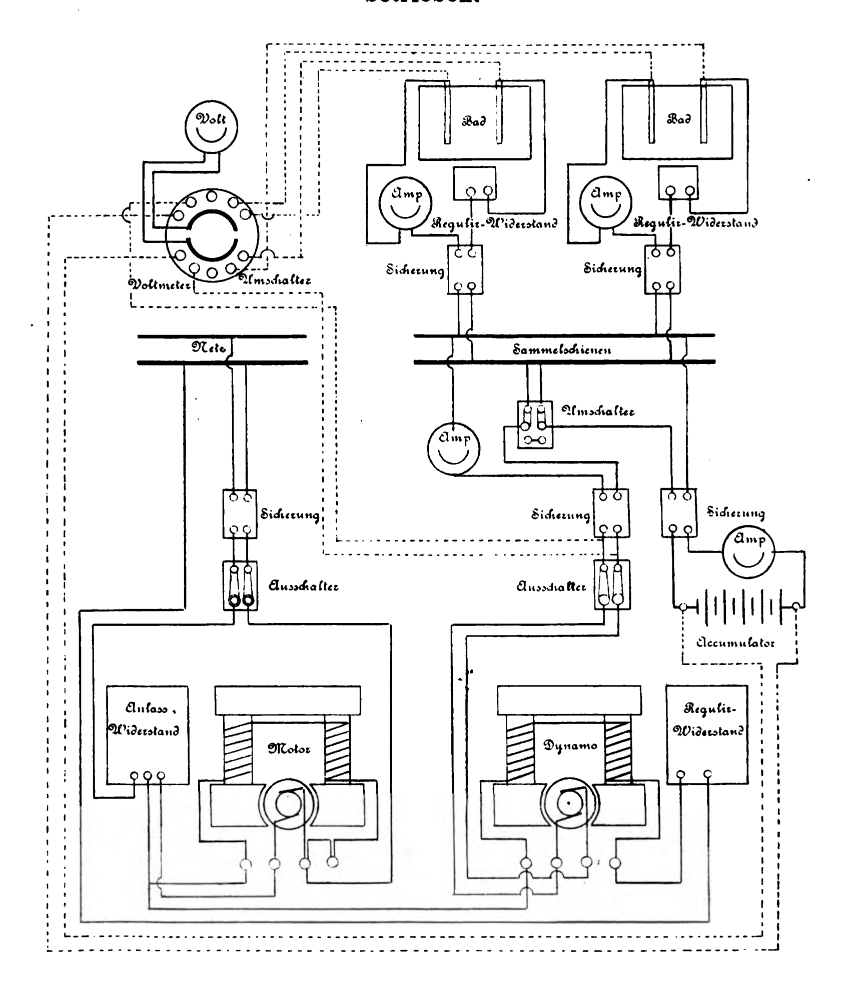
Batterie mit Umschalter.



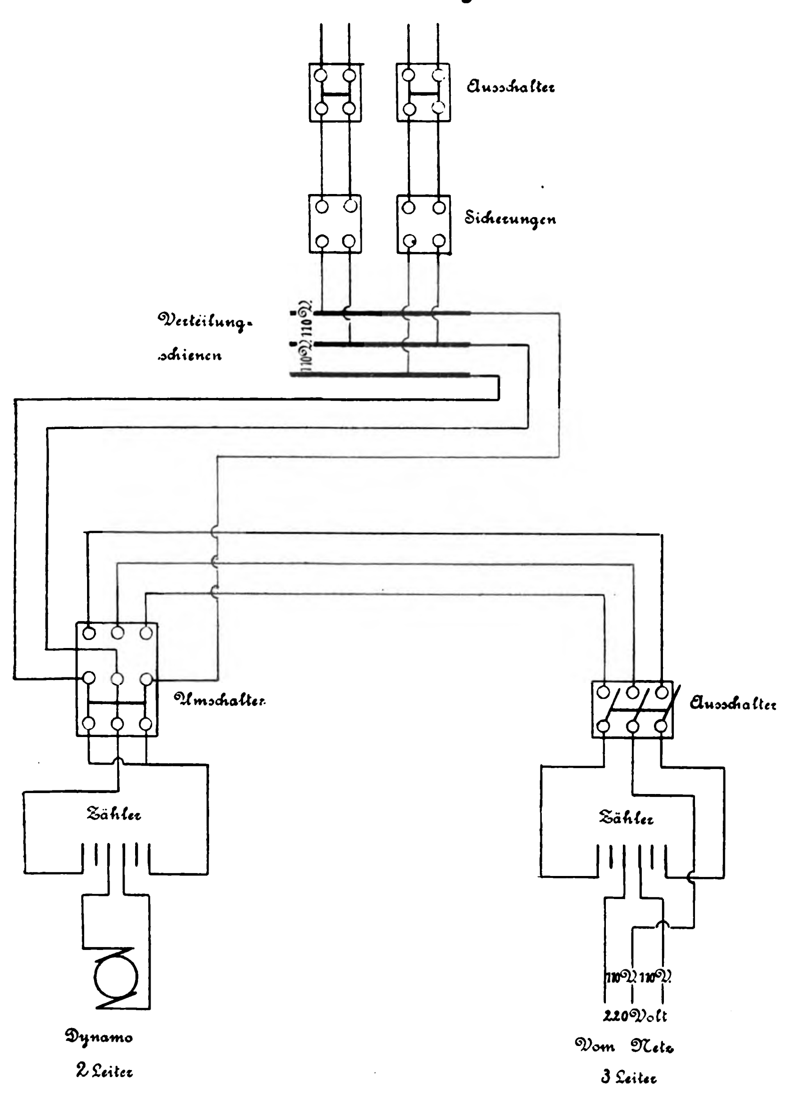
Dynamo mit 1 Bad.



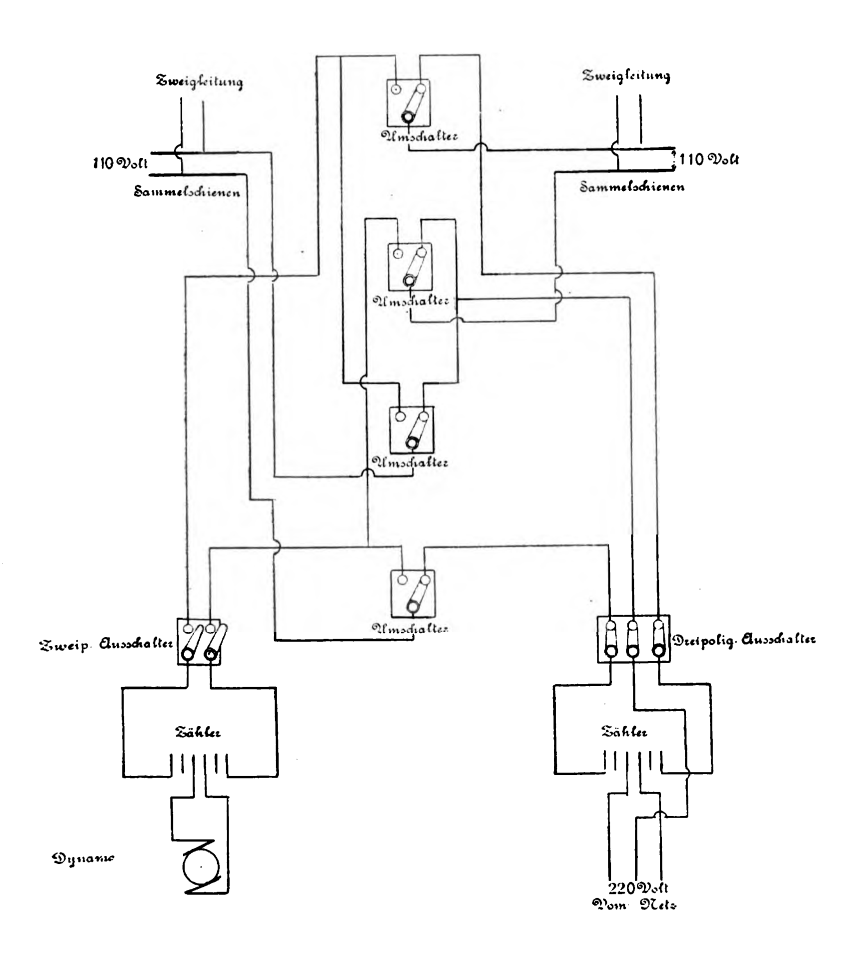
Schaltungsschema für galvanoplastische Anlagen vom Netz aus betrieben.



Schaltungsschema für die Umschaltung von Zweileiter- auf Dreileiter-Anlagen.

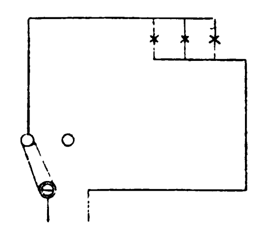


Schaltungsschema für die Umschaltung von Zweileiter- auf Dreileiter-Anlagen.

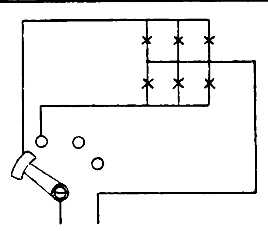


Schaltungsschema für Ausschalter.

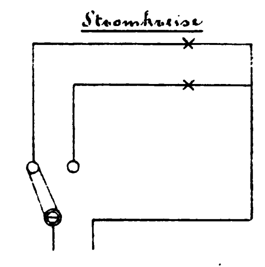
Einpoliger Schalter.

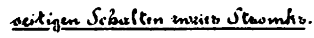


Einpoliger Schalter zum wechselseitigen und Zusammensch. zweier Stromkreise.

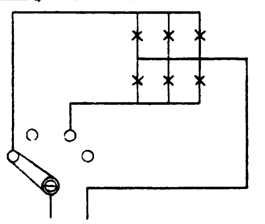


Einpoliger Umschalter für 2 Stromkreise

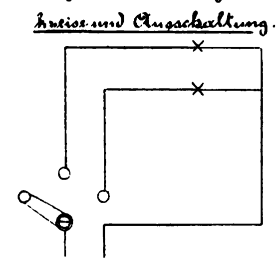




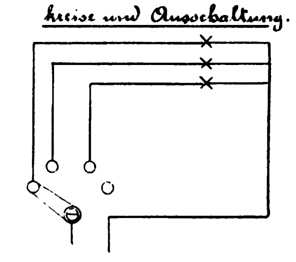
Einpoliger Schalter zum wechsel-seitigen Schalten zweier Stromkr.



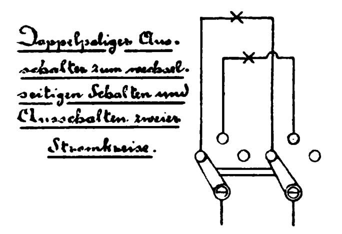
Einpoliger Umschalter für 2 Strom-kreise und Ausschaltung.

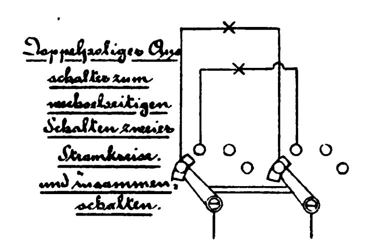


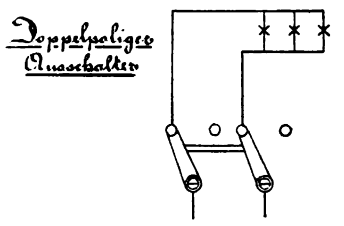
Einpoliger Umschalter für 3 Strom-kreise und Ausschaltung.

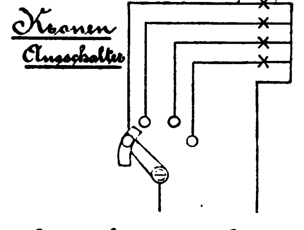


Schaltungsschema für Ausschalter.

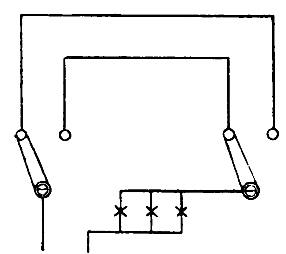


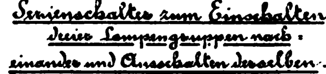


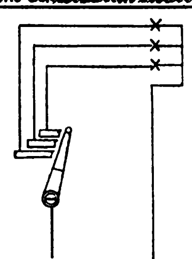




Schalten einer Lampengruppe von zwei Stellen aus mittelst zweier Umschalter.

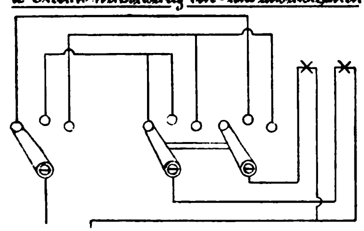




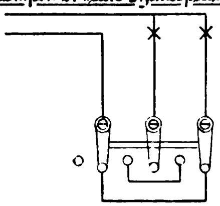


Schaltungsschema für Ausschalter.

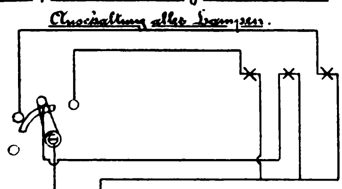
Schalten zweier Lampengruppen von 2 Stellen wechselseitig ein- und ausschalten



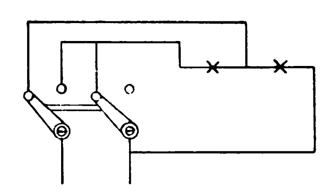
Strassenbahnwagenschalter z. wechsels. Schalten d. Lampen d. Vorder & Hinterperrons & ausschalten



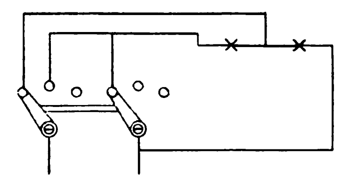
Strassenbahnwagenschalter z. wechsels. Schalten der Lampen d. Vorder & Hinterperrons, während d. Lamp. im Innern d. Wagens brennen mit Ausschaltung aller Lampen.



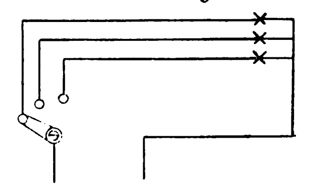
Schaltung z. Parallel & Hintereinanderschalten zweier Lampengr. ohne Ausschaltung. Bei Hintereinandersch. brennen d. L. dunkel.



Schaltung z. Parallel & Hintereinanderschalten zweier Lampengr. und Ausschaltung. Bei Hintereinandersch. brennen die Lampen dunkel.



Schaltung zum wechselseitigen Umschalten dreier Lampengruppen ohne Ausschaltung.

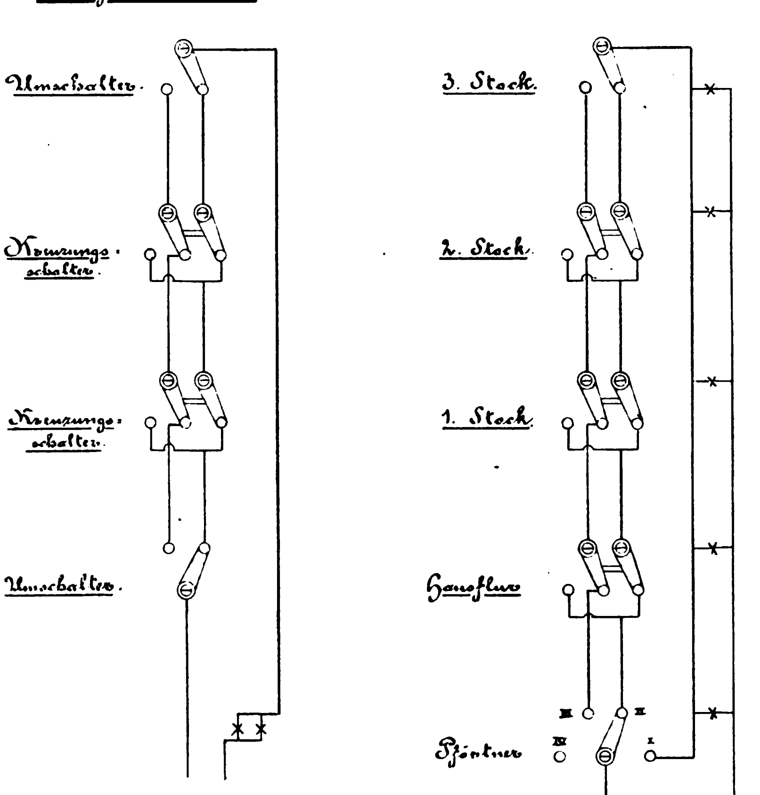


Tafel 15.

Schaltungsschema für Treppenbeleuchtung ohne Automat.

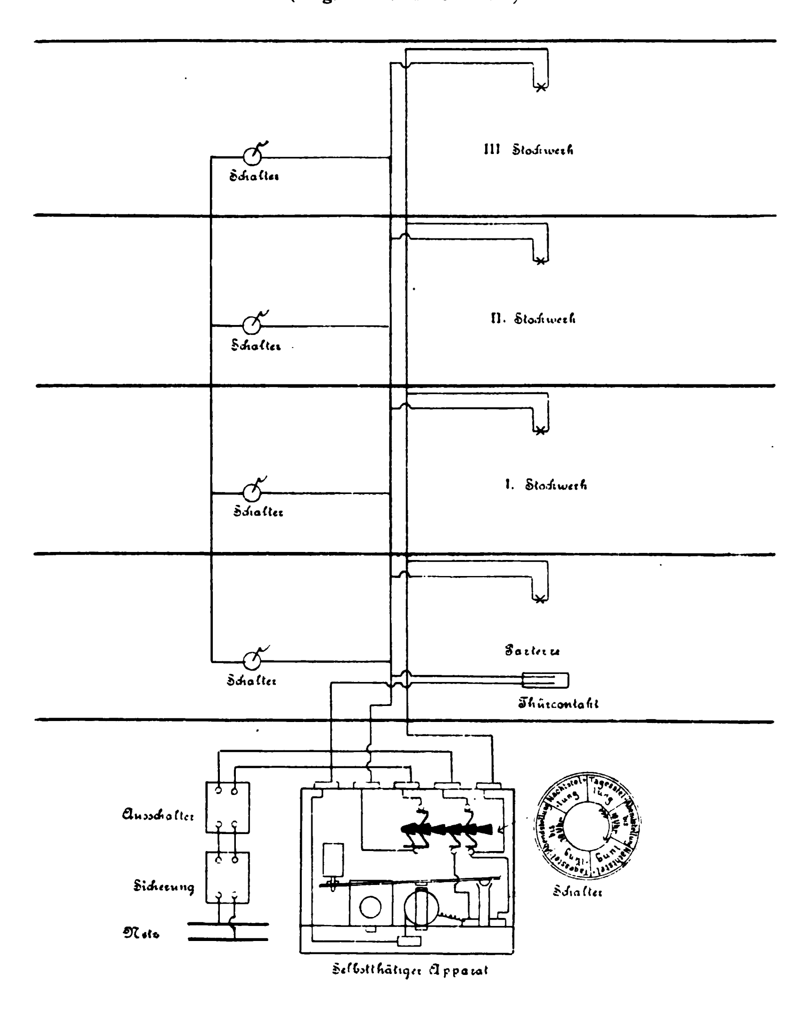
Schalten einer Lampengruppe an beliebig vielen Stellen.

Schaltung einer Treppenbeleuchtung.



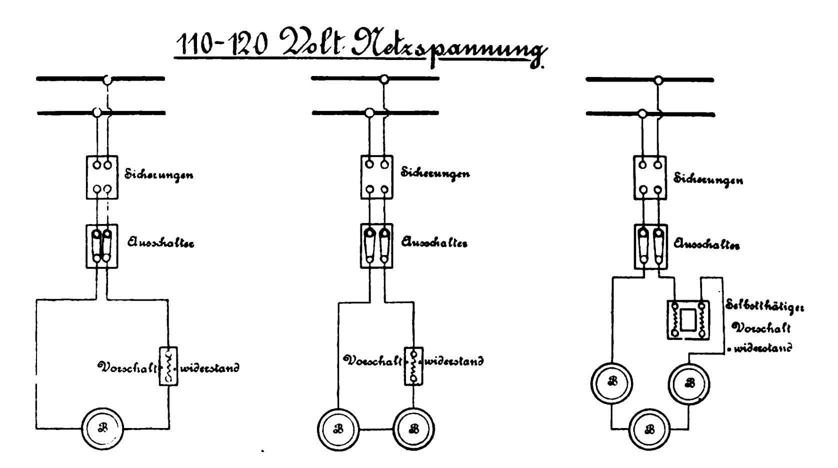
Schaltungsschema für Treppenbeleuchtung mit Automat.

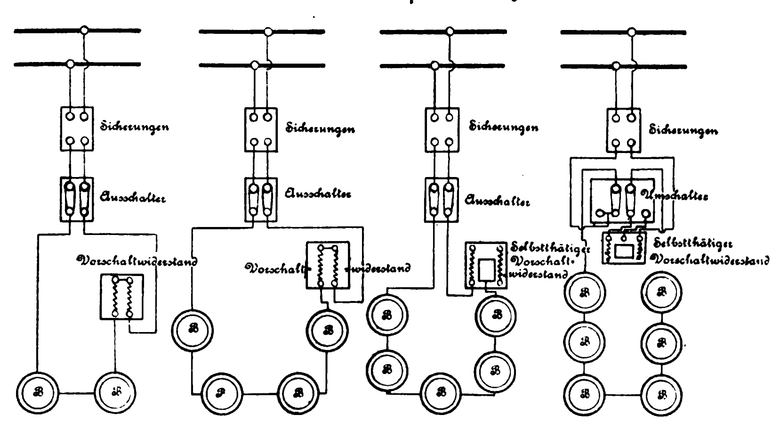
(Allg. Elektr.-Gesellschaft.)



Schaltungsschema für Gleichstrombogenlampen, 110 u. 220 Volt Netzspannung.

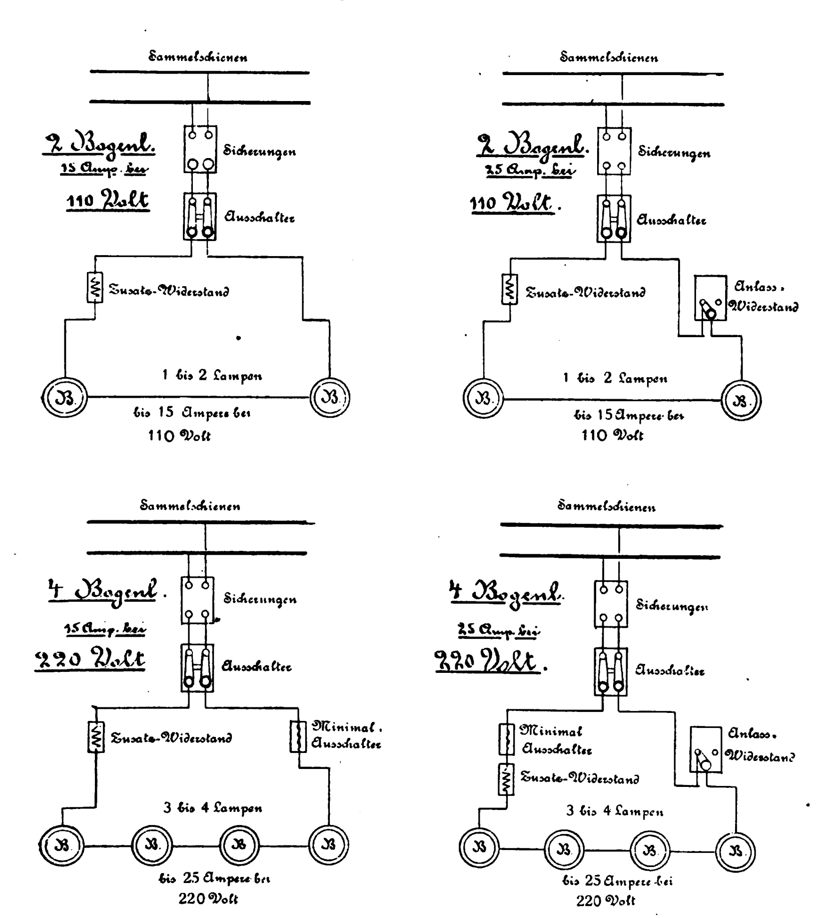
(Bogenlampen der Allg. Elektr.-Gesellschaft.)





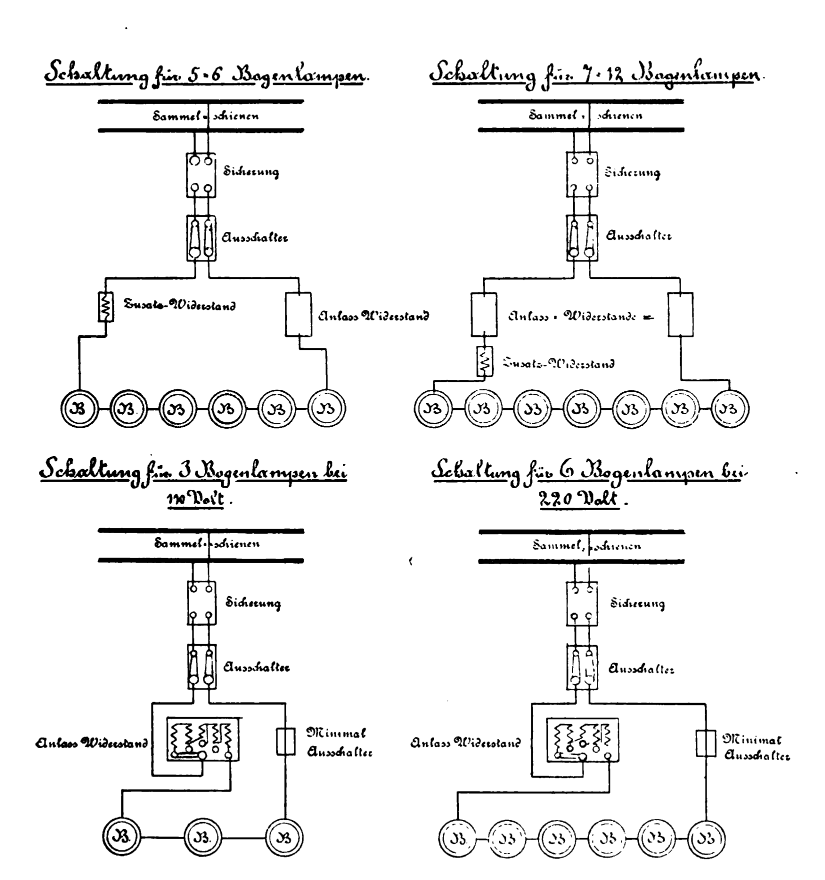
Schaltungsschema für Gleichstrombogenlampen, 110 u. 220 Volt Netzspannung.

(Bogenlampen Siemens & Halske A.-G.)

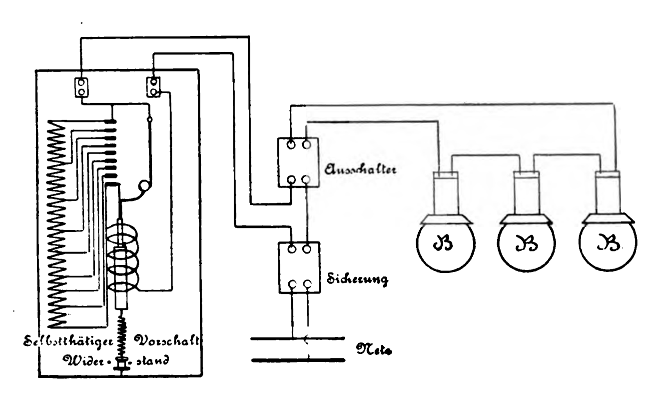


Schaltungsschema für Gleichstrombogenlampen, 440 Volt Netzspannung.

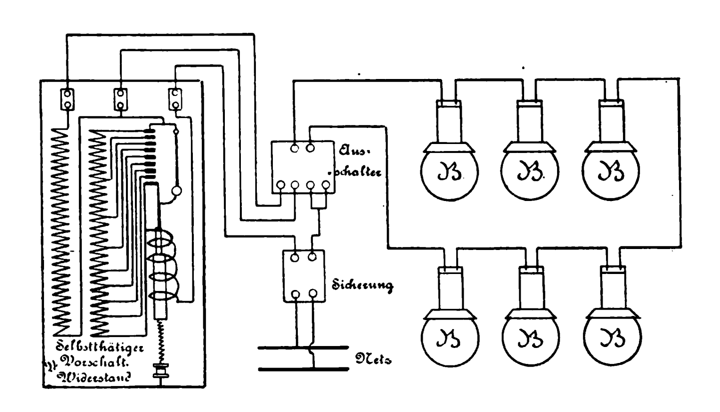
(Bogenlampen Siemens & Halske A.-G.)



Schaltungsschema für Gleichstrombogenlampen.
Dreischaltung bei 110 Volt, Sechsschaltung bei 220 Volt mit selbstthätigen Vorschaltwiderständen. (Bogenlampen der Allg. Elektr.-Gesellschaft.)



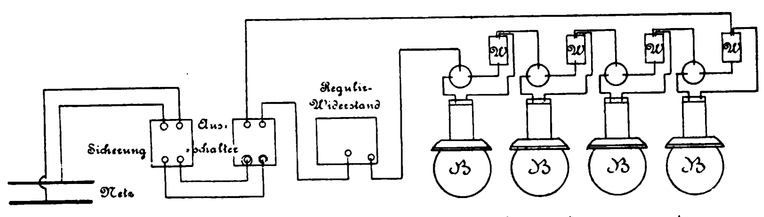
Schaltungsschema für 3 Bogenlampen bei 110 Volt Gleichstrom.



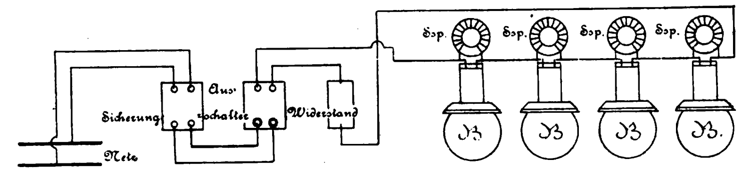
Schaltungsschema für 6 Bogenlampen bei 220 Volt Gleichstrom

Schaltungsschema für Gleichstrombogenlampen u. Wechselstrombogenl.

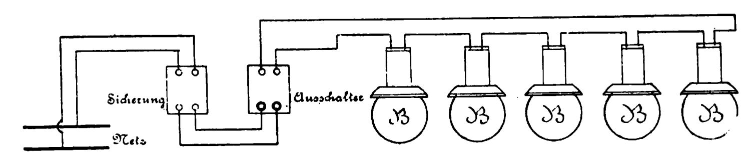
(Allg. Elektr.-Gesellschaft.) Gleichstrombogenlampen (Jandus).



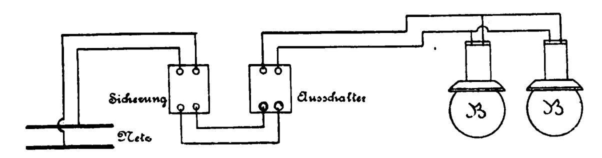
Serienschaltung von Gleichstrom-Differential-Bogenlampen mit automatischen Schaltern und Ersatzwiderständen



Serienschaltung von Wechselstrom-Bogenlampen mit Sicherheitsspulen.



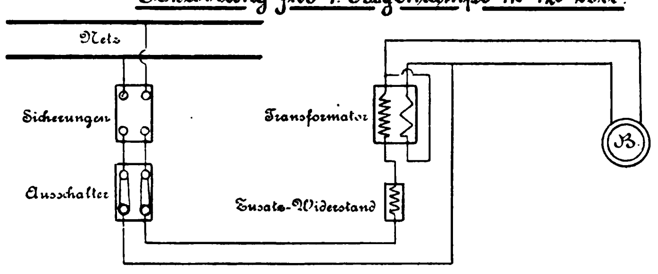
Serienschaltung von Jandus-Gleichstrom-Bogenlampen bei 440 Volt.



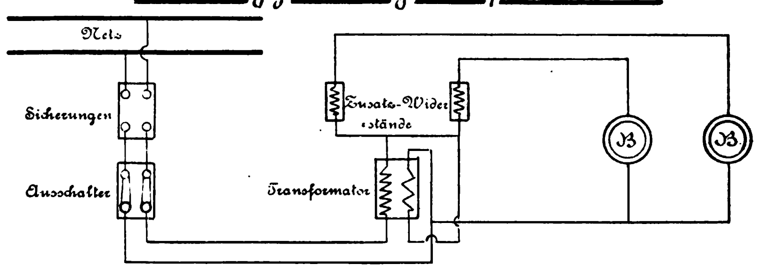
Schaltung von Jandus-Gleichstrom-Bogenlampen bei 110 Volt ohne Vorschaltwiderstand.

Schaltungsschema für Wechselstrom-Differential-Seillampen ohne Nebenschliesser. (Siemens & Halske A-G.)

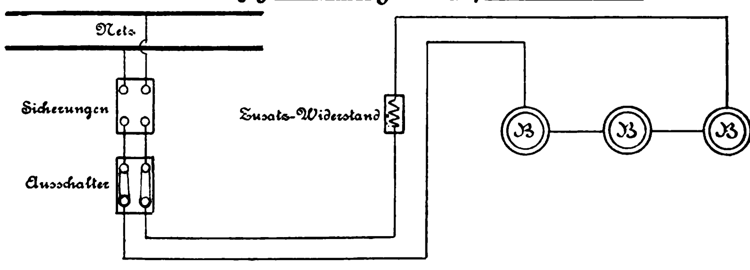




Schaltung für 2. Bogenlampen. 110-120 Volt.

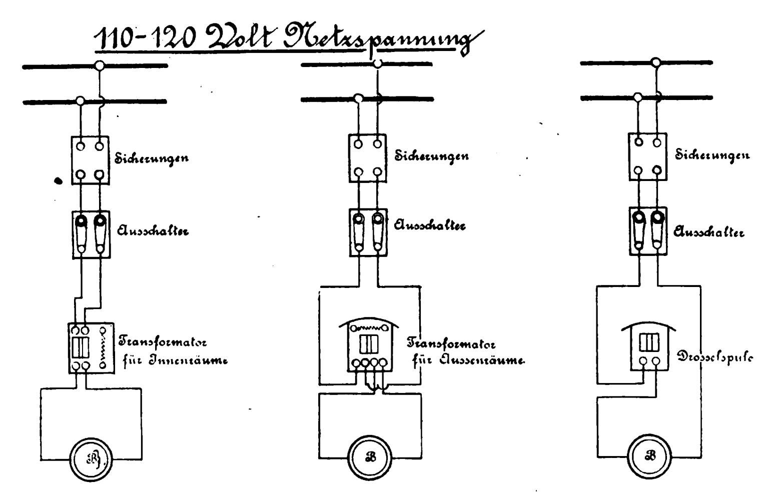


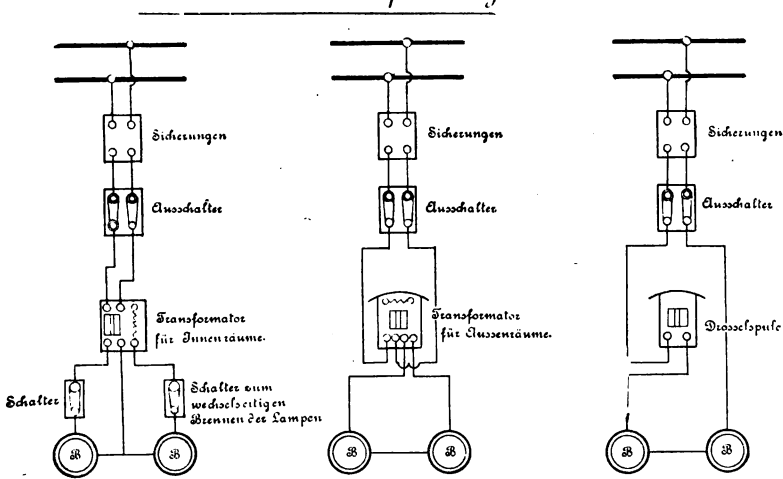
Schaltung für 3 Bogenlampen 110-120 Volt.



Schaltungsschema für Wechselstrombogenlampen.

(Allg. Elektr.-Gesellschaft.)







Schaltungsschema für Wechselstrombogenlampen, 190—220 Volt Netzspannung.

(Allg. Elektr.-Gesellschaft.)

Sicherungen
Ausschalter
Drosselspule

Sicherungen
Ausschalter
Transformator für Aussenräume

Sicherungen
Ausschalter
Transformator für Innenräume

Sicherungen
Ausschalter
Drosselspule
Sicherheitsspulen

Sicherungen
Ausschalter
Drosselspule
Sicherheitsspulen

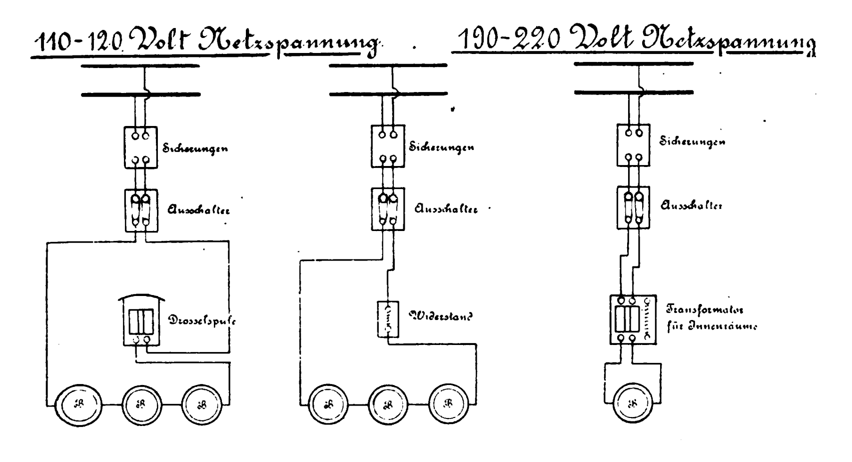
Sicherungen
Ausschalter
Vorschaltwiderstand
Sicherheitsspulen



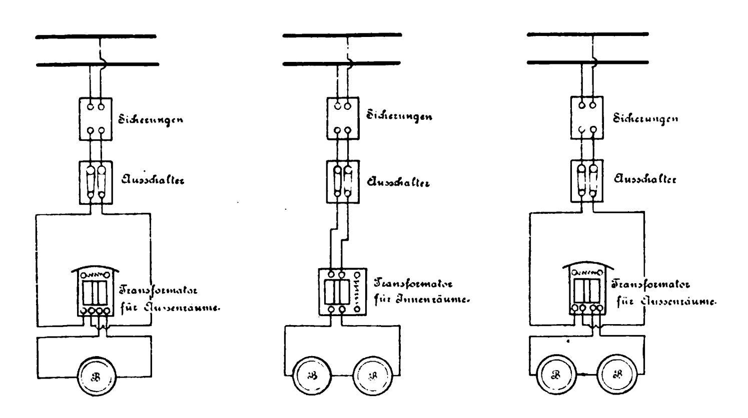
Tafel 25.

Schaltungsschema für Wechselstrombogenlampen.

(Allg. Elektr.-Gesellschaft.)

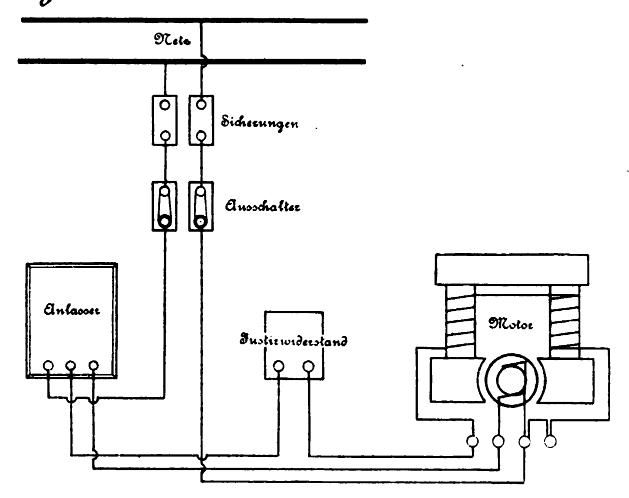


190-220 Volt Netzspannung

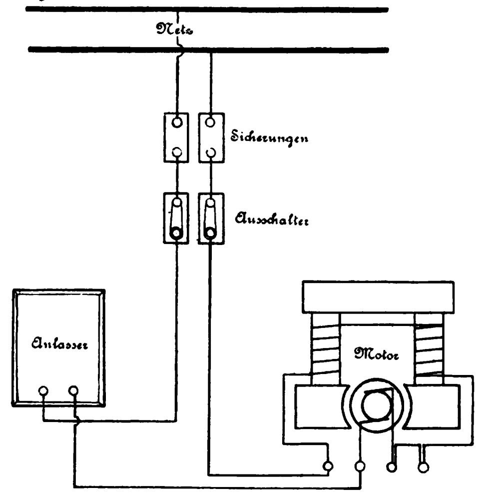


Schaltungsschema für Gleichstrommotore.

Schaltung eines Nebenschlussmotor mit Anlasser

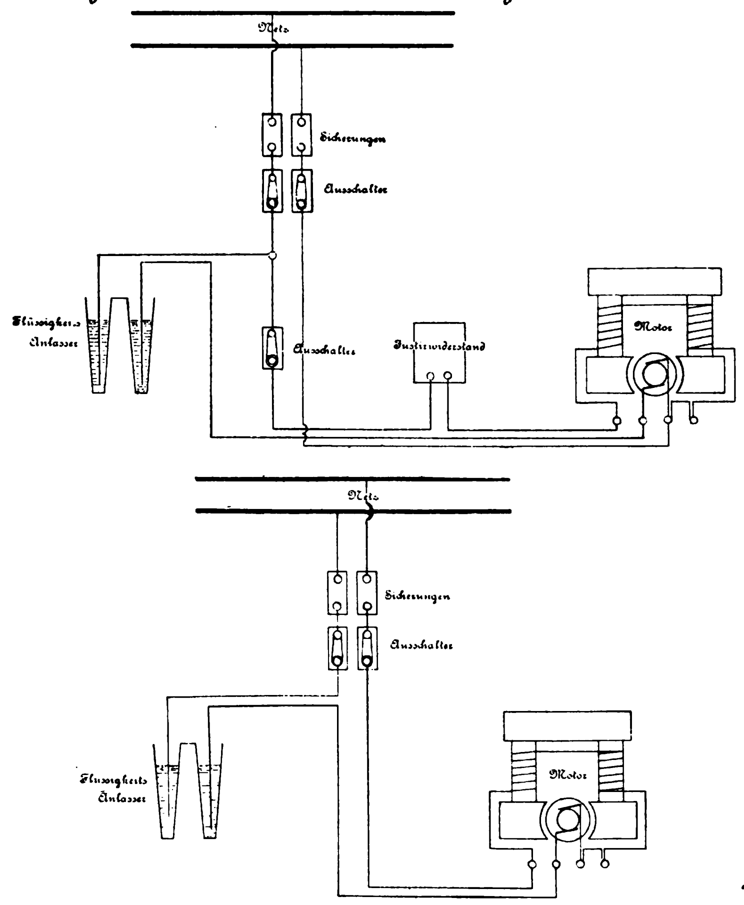


Schaltung eines Reihenschlussmotors mit Anlasser.



Schaltungsschema für Gleichstrommotore.

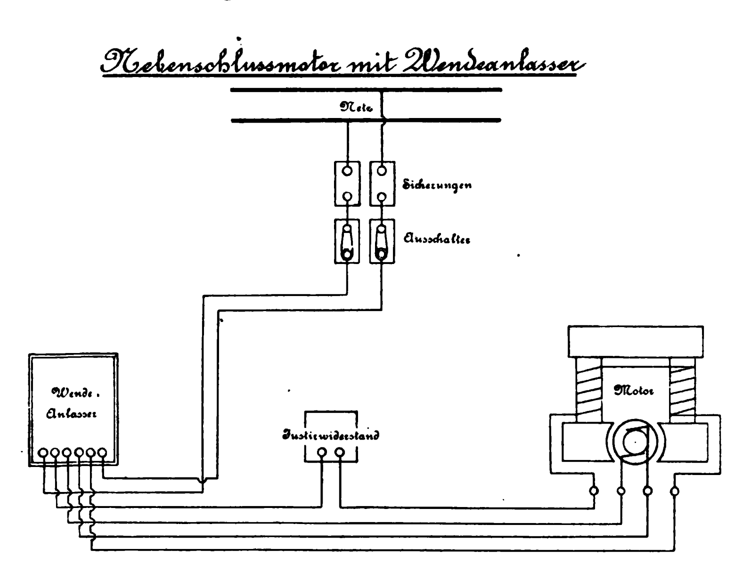
Schaltung eines Nebenschlussmotor mit Flüssigkeitsanlasser



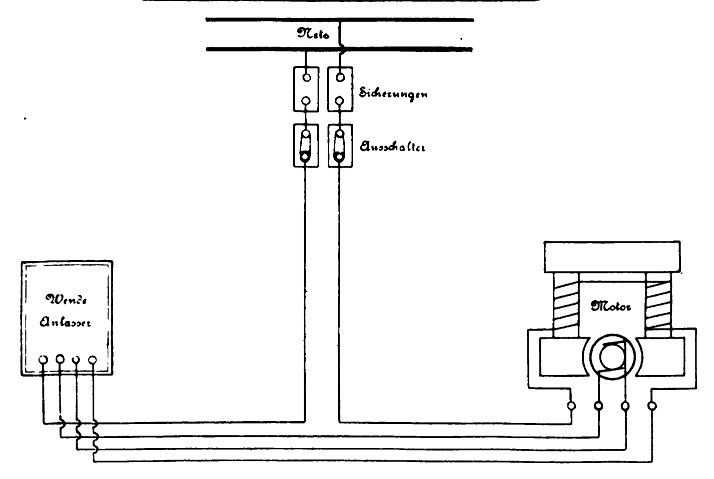
Schaltung eines Reihenschlussmotors mit Flüssigkeitsanlasser.

Schaltungsschema für Gleichstrommotore.

Nebenschlussmotor mit Wendeanlasser

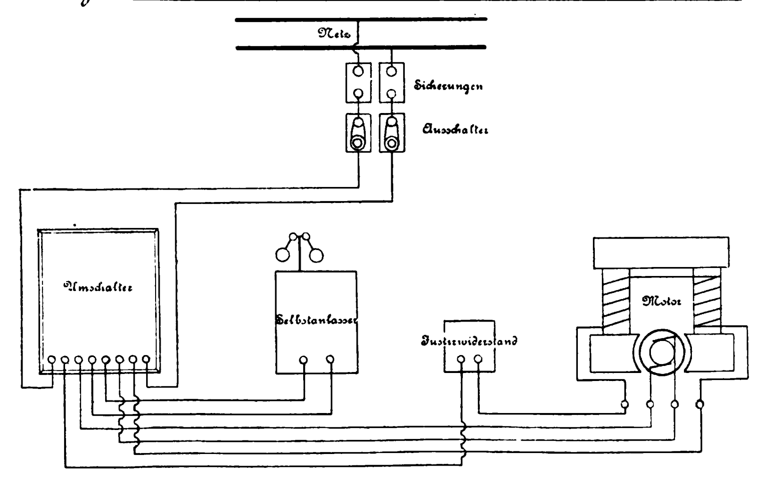


Reihenschlussmotor mit Wendeanlasser.



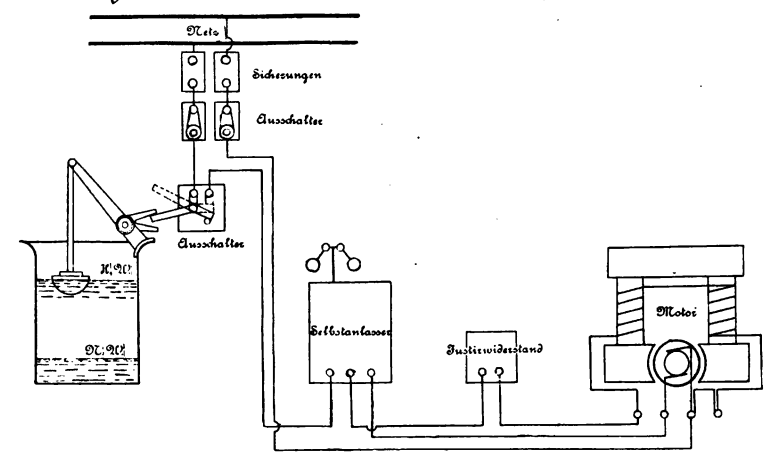
Schaltungsschema für Gleichstrommotore.

Schaltung eines Nebenschlussmotors mit Selbstanlasser u. Umschalter





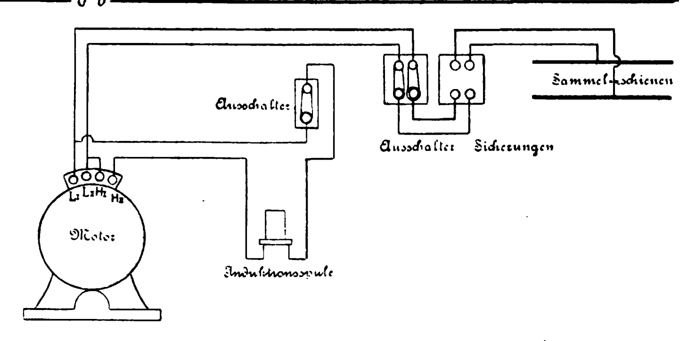
Anordnung eines Nebenschlussmotors mit Selbstanlasser für selbstthätiges Anlassen und Abstellen einer Pumpe.



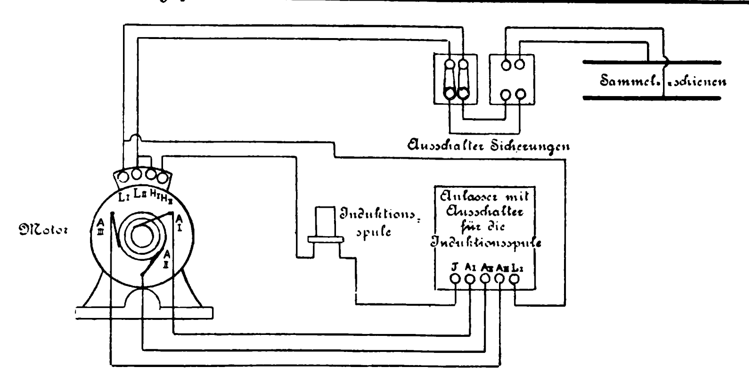
Schaltungsschema für Wechselstrommotore.

(Siemens & Halske A.-G.)

Schaltung für einen Wechselstrom-Motor ohne Anlasser.

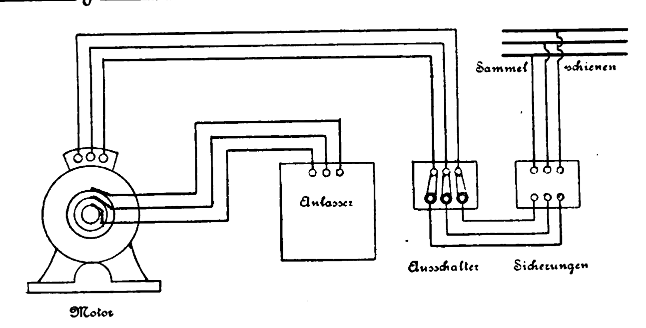


Schaltung für einen Wechselstrom-Motor mit Anlasser.

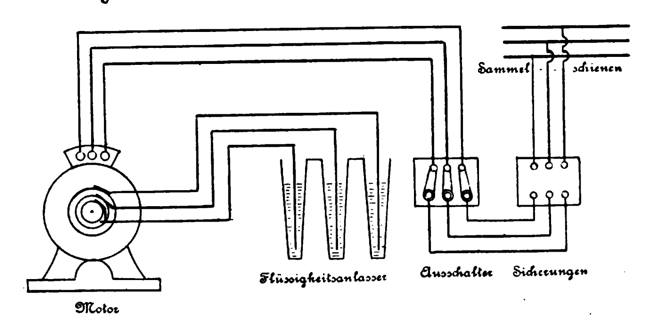


Schaltungsschema für Drehstrommotore.

Schaltung eines Drehstrom-Motors mit Anlasser.



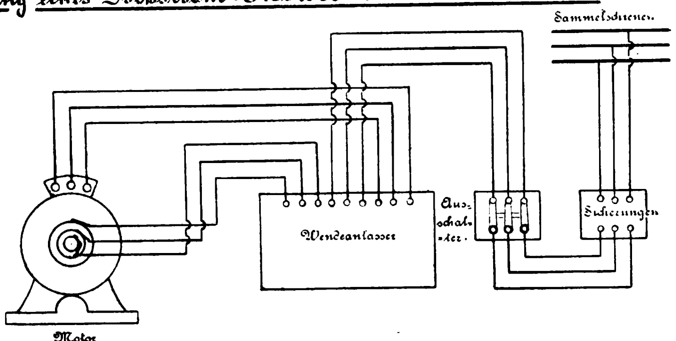
Schaltung eines Drehstrom-Motors mit Flüssigkeitsanlasser

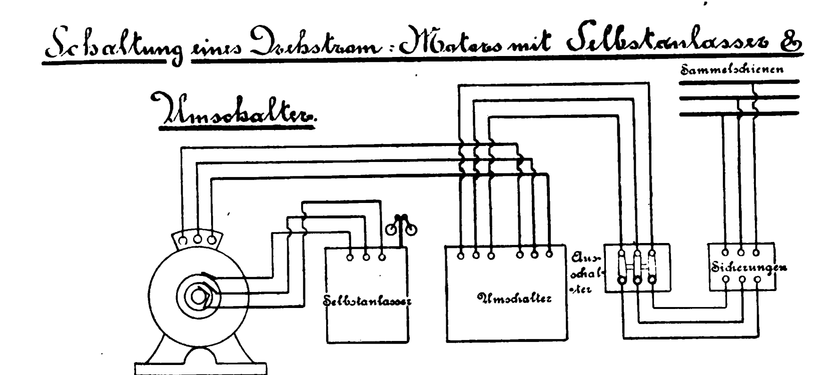


Schaltungsschema für Drehstrommotore.

(Siemens & Halske A.-G.)

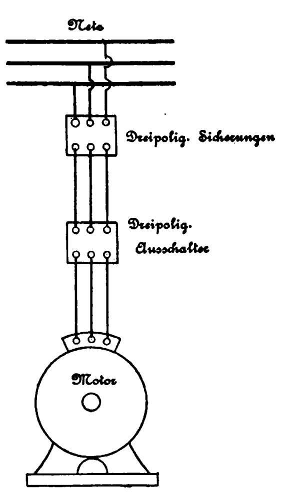
Schaltung eines Drehstrom-Motors mit Wendeanlasser.



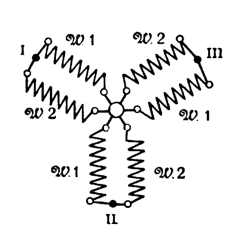


Schaltungsschema für Drehstrommotore mit selbstthätiger Gegenschaltung. (Siemens & Halske A.-G.)

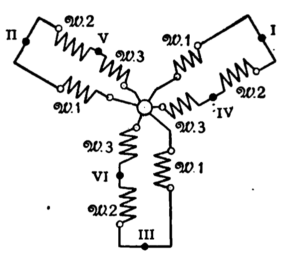
Drehstrom-Motor mit selbstthätiger Gegenschaltung.



Schaltungsschema eines Drehstrom-Motors mit Gegenschaltung.



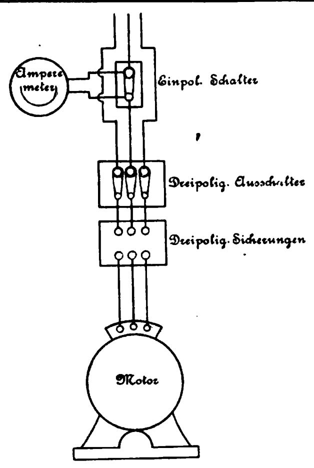
Schaltung der Ankerwickelung bei einstufiger Gegenschaltung.



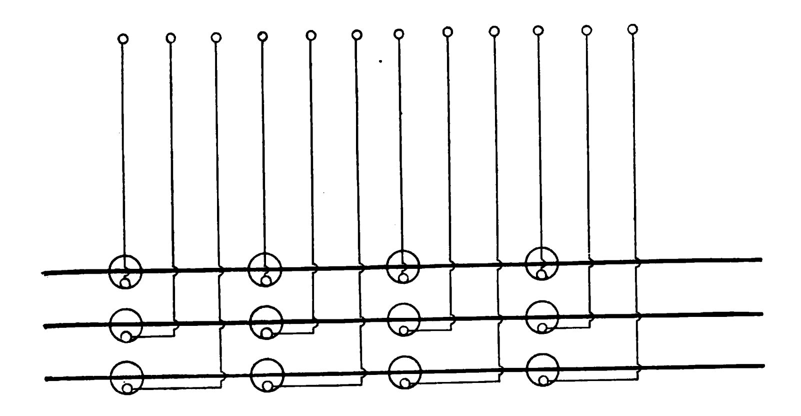
Schaltung der Ankerwickelung bei zweistufiger Gegenschaltung.

Schaltungsschema

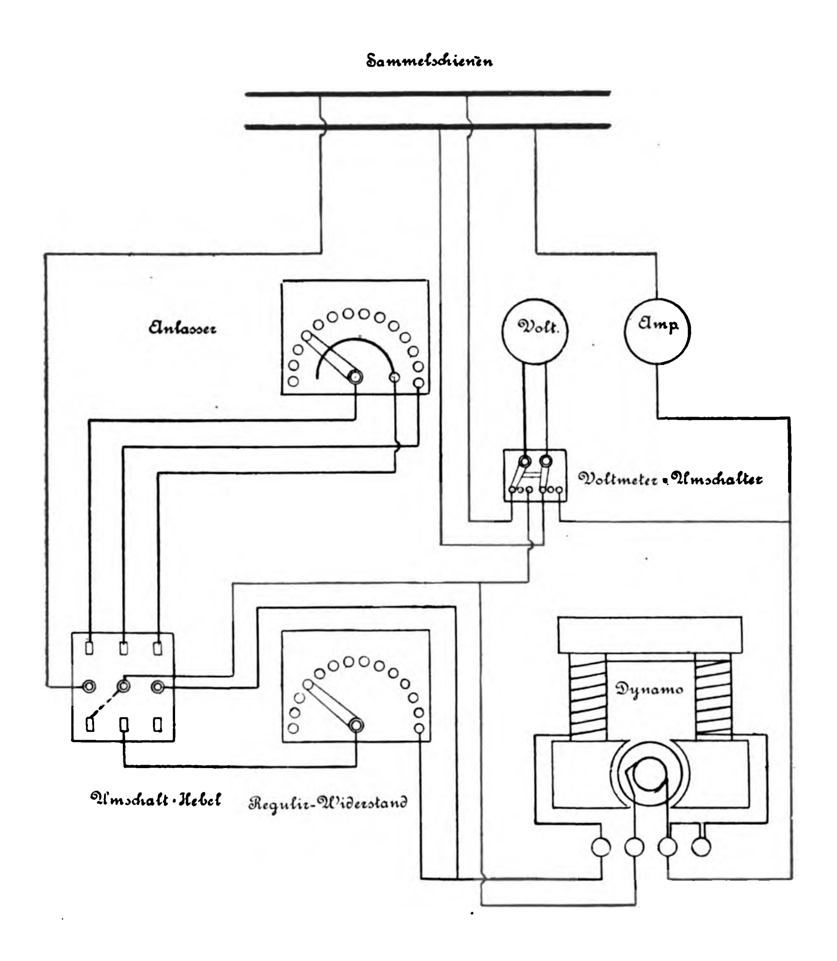
Schaltung für Drehstrommotore mit Kurzschlussanker.



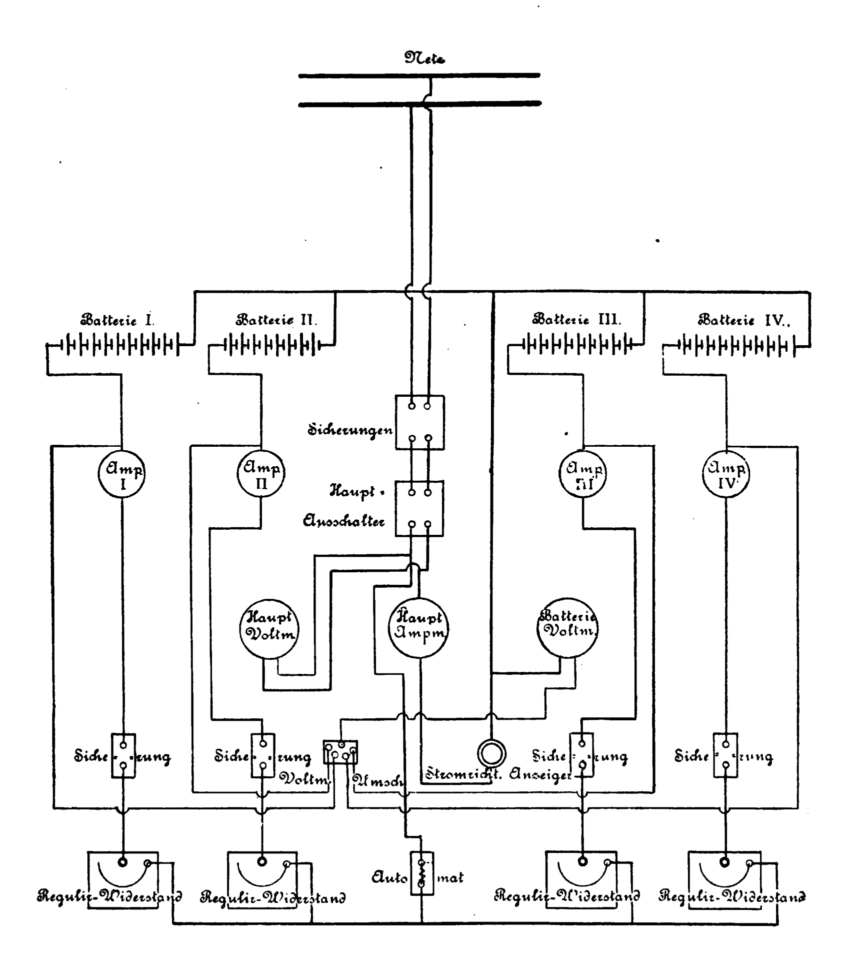
Schaltungsschema für Drehstrom



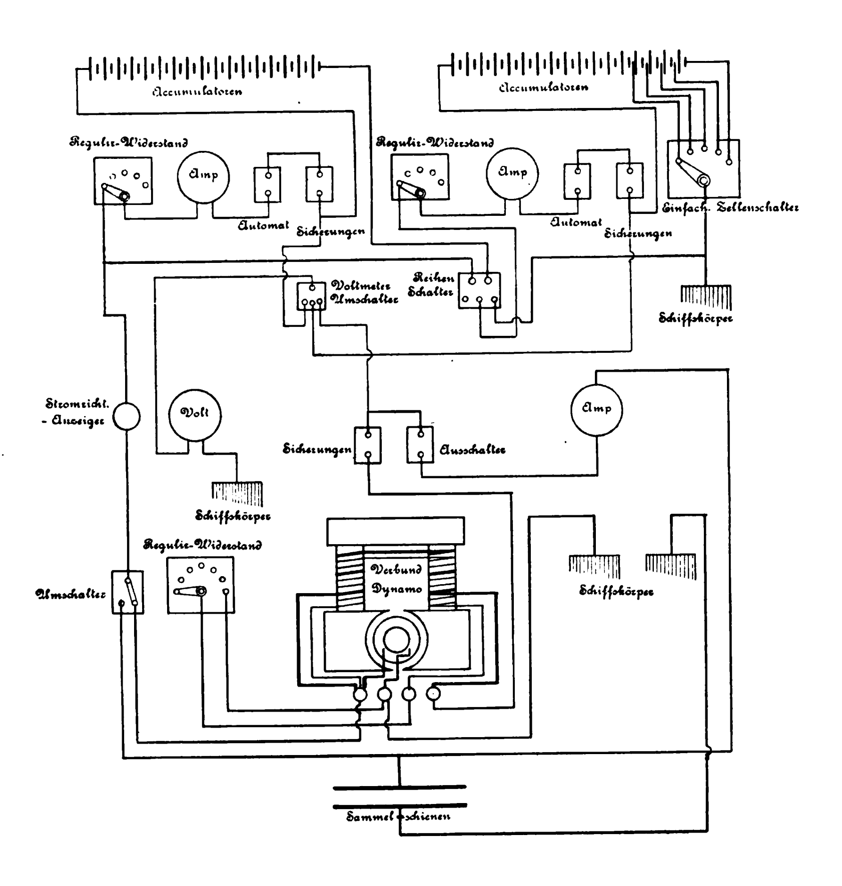
Schaltungsschema einer Nebenschlussmaschine, welche zeitweilig als Nebenschluss-Motor oder als Dynamo arbeitet.



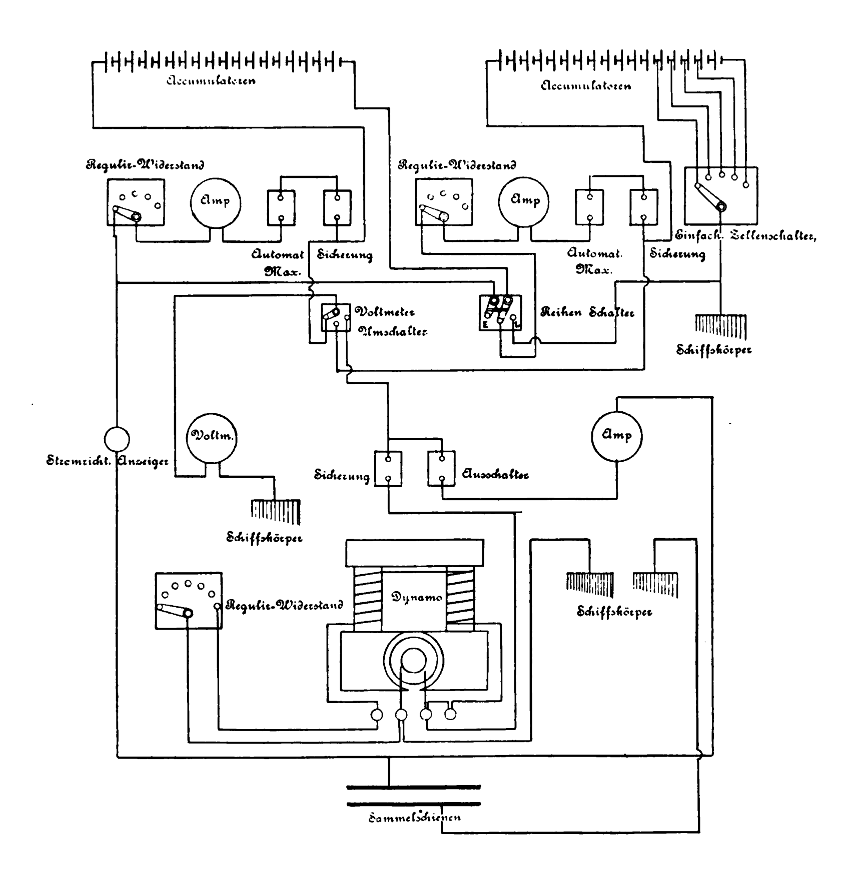
Ladeschema für Bahnpost-Akkumulatoren.



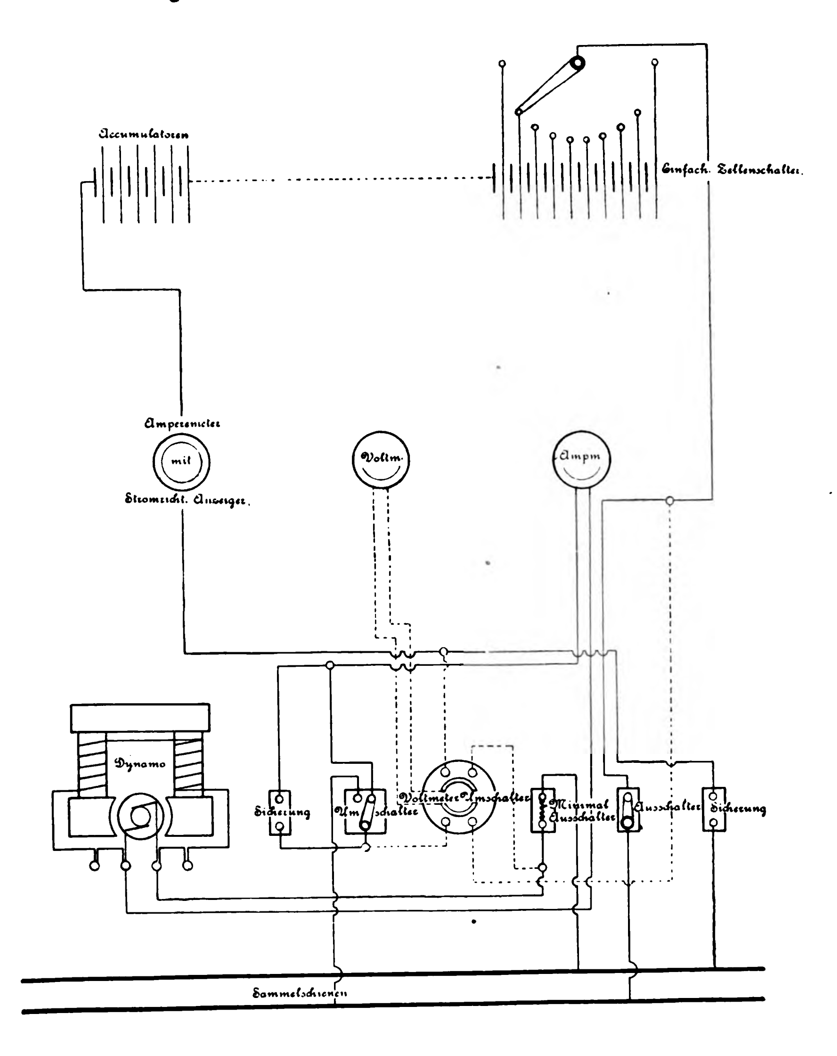
Schaltungsschema.
Akkumulatoren und Verbunddynamo für Schiffsbeleuchtung.



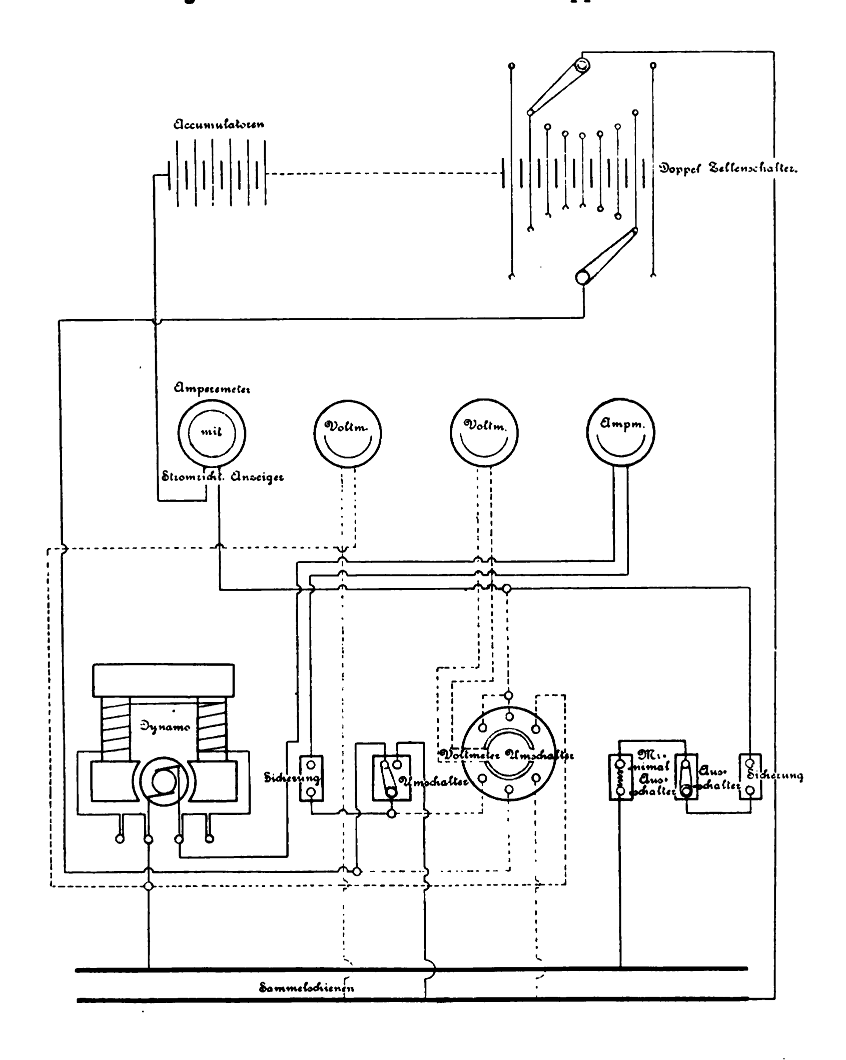
Schaltungsschema.
Akkumulatoren und Nebenschlussdynamo für Schiffsbeleuchtung.



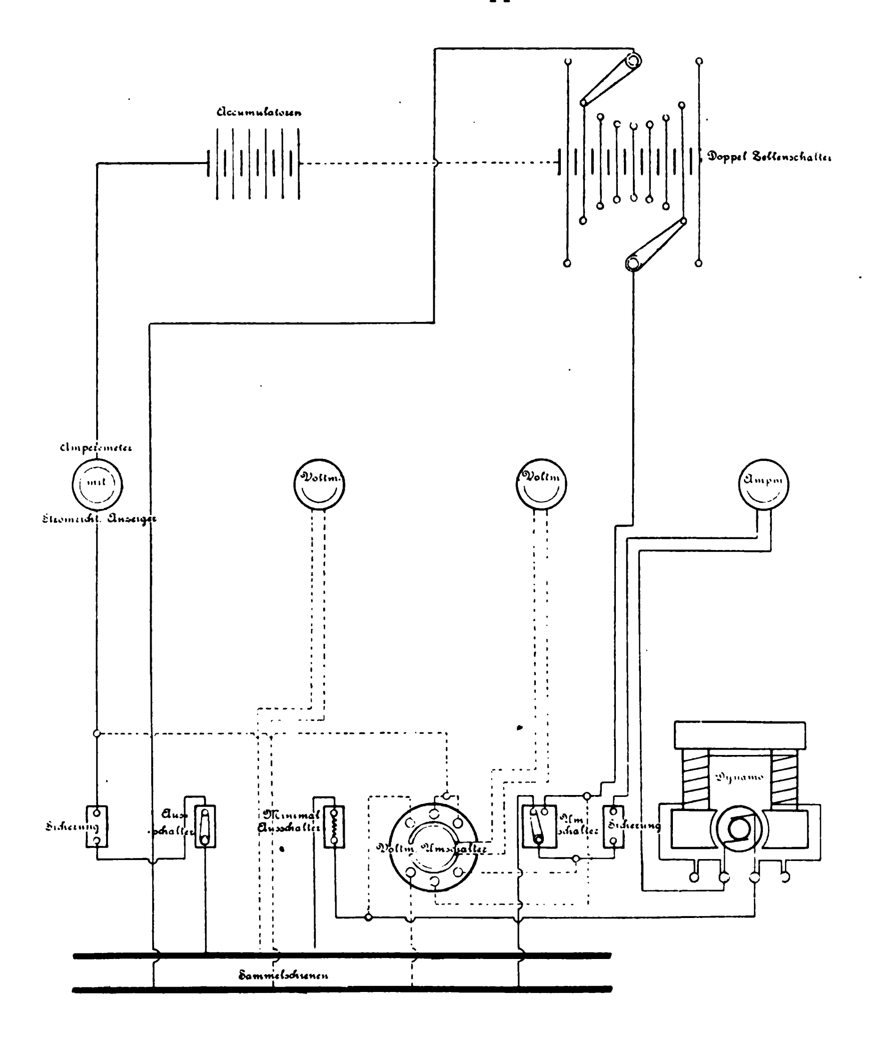
Schaltung für Maschinen- und Akkumulatorenbetrieb mit selbstthätigem Minimalausschalter und Einfachzellenschalter.



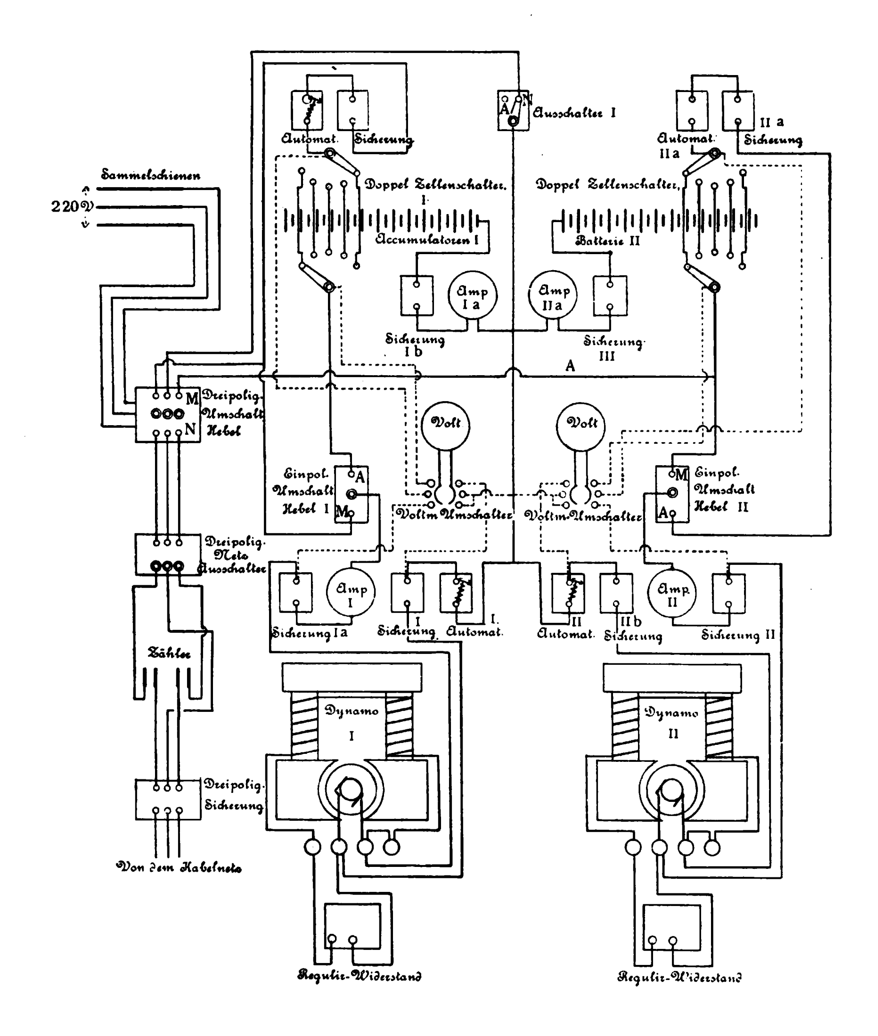
Schaltungsschema für Maschinen- und Akkumulatorenbetrieb mit selbstthätigem Minimalausschalter und Doppelzellenschalter.



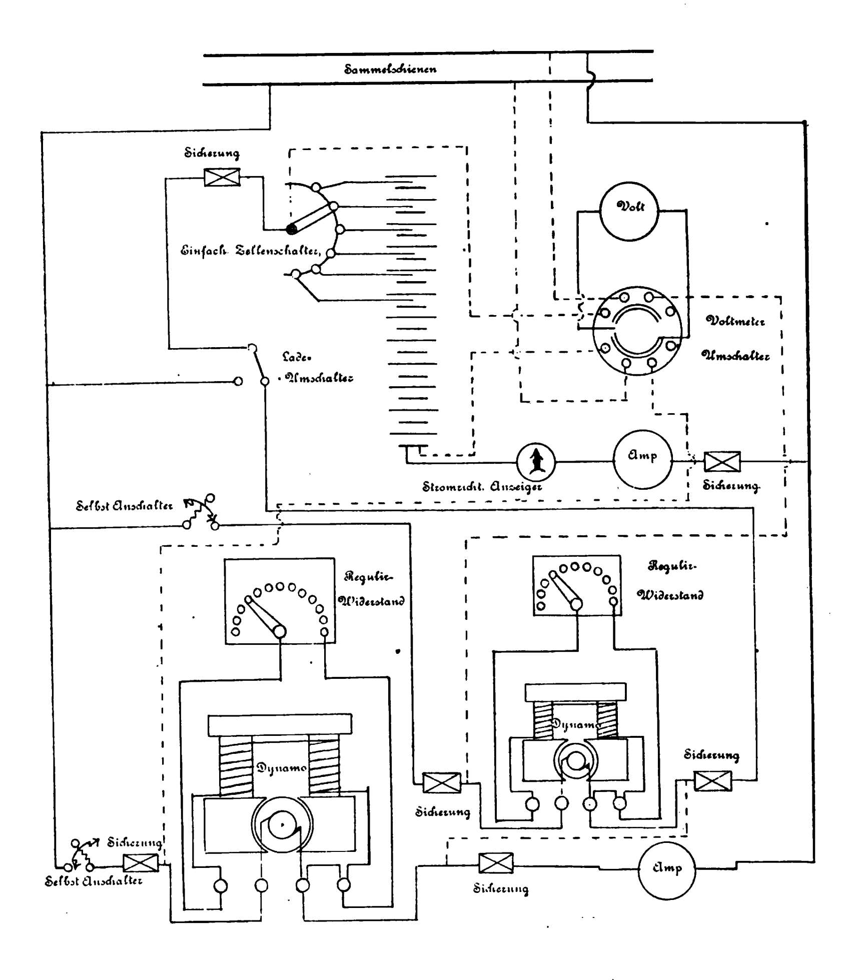
Schaltungsschema für Maschinen- und Akkumulatorenbetrieb mit Minimalausschalter und Doppelzellenschalter.



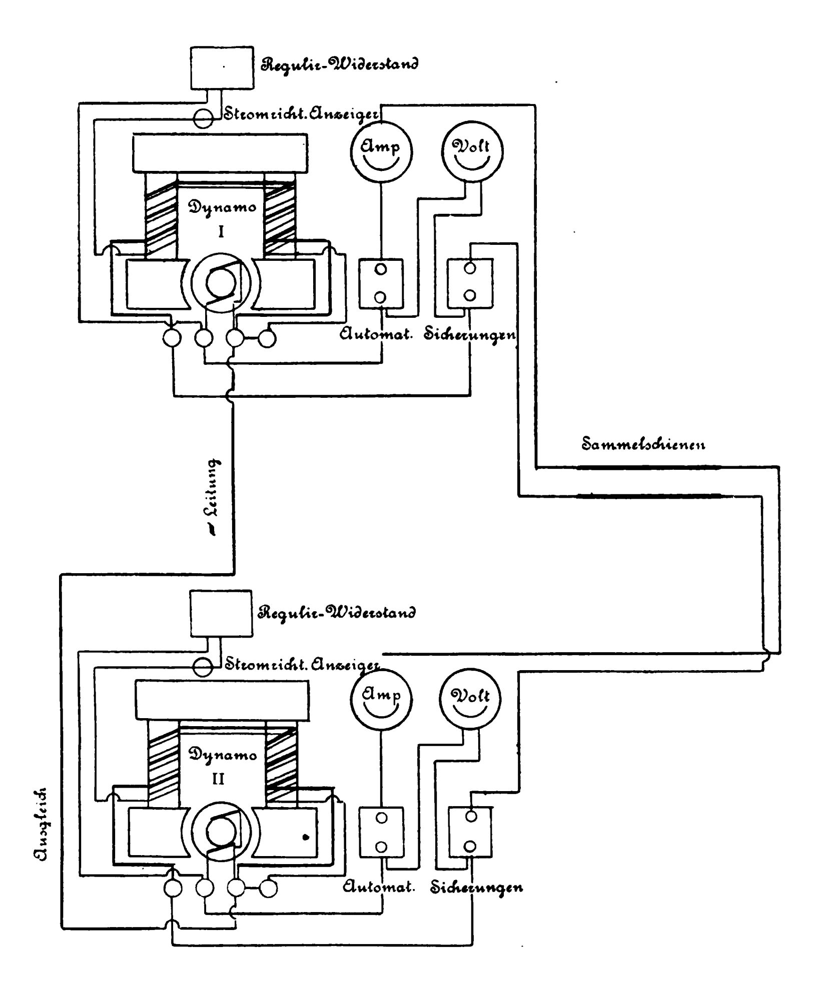
Dreileiter-Umschaltung eines Maschinen- u. Akkumulatorenbetriebes zum Anschluss an ein Dreileiter-Kabelnetz.



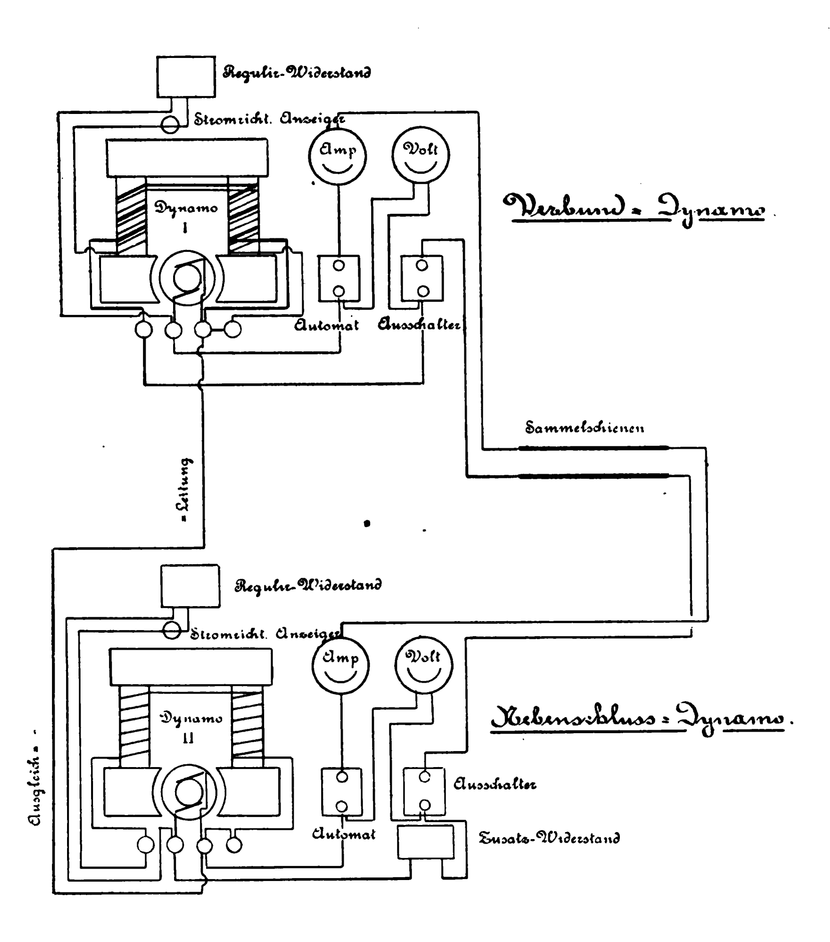
Schaltungsschema
für Ladung von Akkumulatoren in einer Reihe mit Zusatzdynamo.



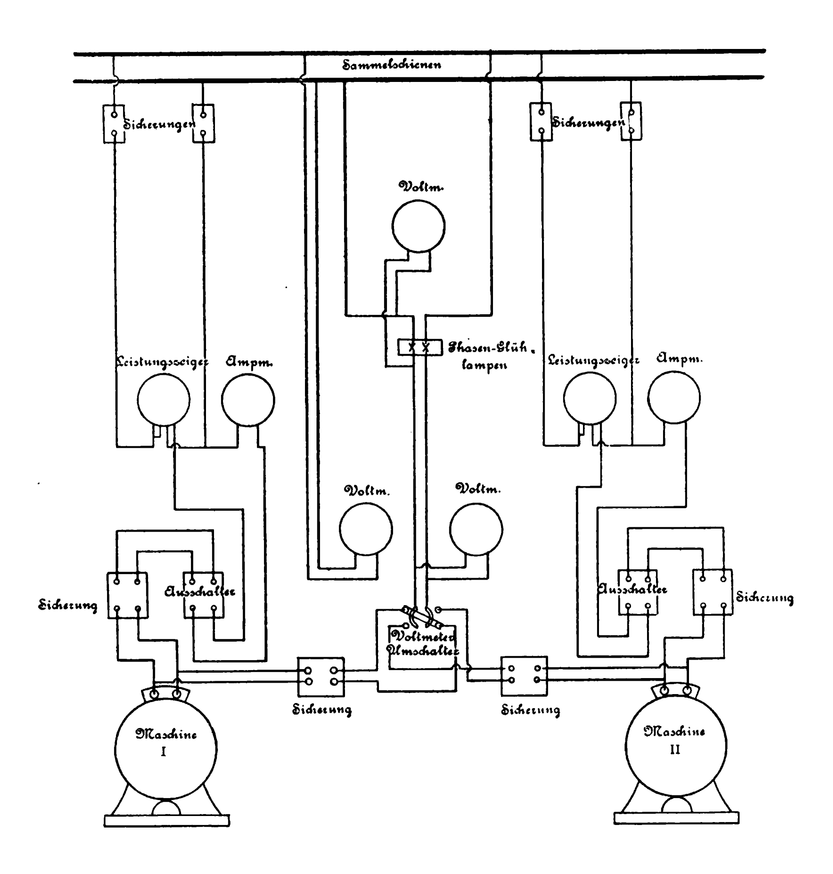
Parallelschaltung von zwei Gleichstrom-Verbund-Dynamos.



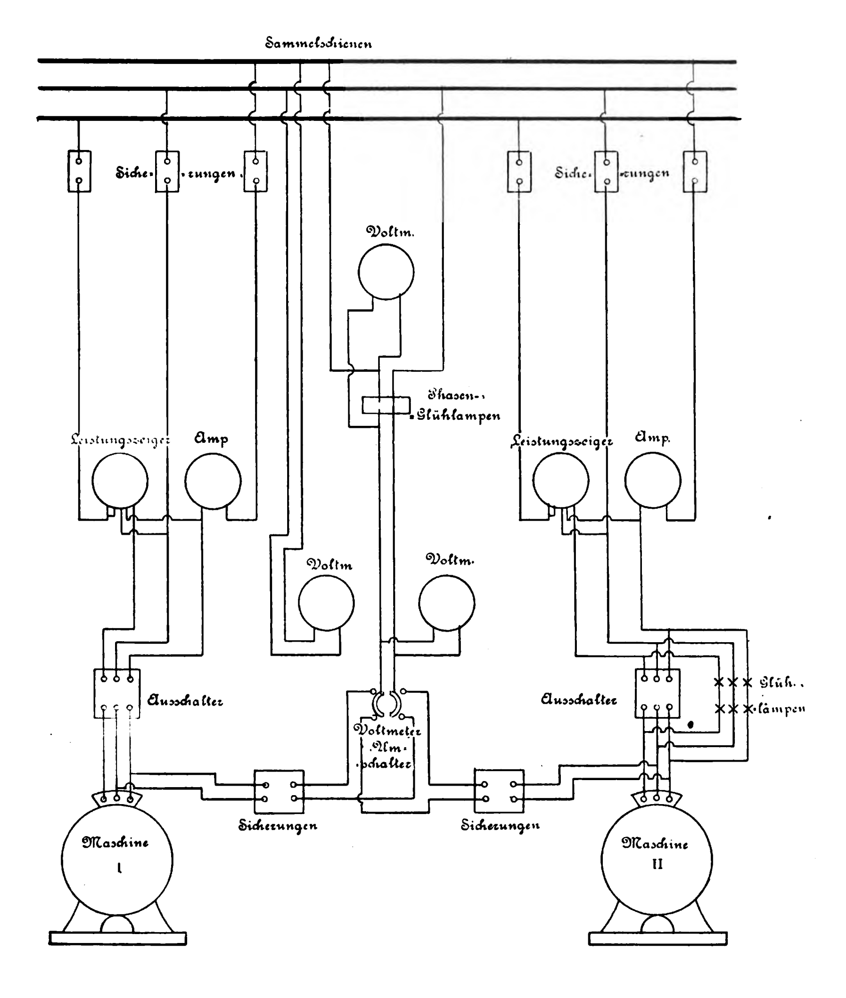
Parallelschaltung von 1 Gleichstrom-Verbund- und 1 Nebenschluss-Dynamo.



Parallelschalten von zwei Wechselstrommaschinen.



Parallelschalten von zwei Drehstrommaschinen.



An- und Abschalten parallel arbeitender Nebenschluss-Generatoren.

